MÉMOIRE

SUR LES MOYENS

1° DE FOURNIR DES EAUX ABONDANTES

AUX VILLES

DE LYON ET DE SAINT-ÉTIENNE;

II. D'ALIMENTER

LE CANAL DE GIVORS;

III. DE RENDRE LA LOIRE NAVIGABLE ENTRE FIRMINY ET ROANNE;

IV. *D'ARROSER LA PLAINE DE MONTBRISON;*

suivi

De quelques Considérations

Relatives aux Canaux et aux Chemins de fer;

PAR

ALPHONSE PEYRET-LALLIER.

SAINT-ÉTIENNE,

TYP. DE F. GONIN, PLACE DU MARCHÉ.

1842.

387
P465m

MÉMOIRE

SUR LES MOYENS 1° DE FOURNIR DES EAUX ABONDANTES AUX VILLES DE LYON ET DE SAINT-ÉTIENNE; 2° D'ALIMENTER LE CANAL DE GIVORS A SAINT-CHAMOND; 3° DE RENDRE LA LOIRE NAVIGABLE ENTRE FIRMINY ET ROANNE; 4° D'ARROSER LA PLAINE DE MONTBRISON;

suivi

DE QUELQUES CONSIDÉRATIONS RELATIVES AUX CANAUX ET AUX CHEMINS DE FER.

Chapitre Premier.

De la distribution des eaux publiques dans les villes de la France et de l'étranger. — Approvisionnement de Lyon et de Saint-Etienne.

Avant de faire connaître le système d'approvisionnement et de distribution d'eau que nous proposons d'appliquer aux villes de Lyon et de Saint-Etienne, nous jetterons un coup d'œil préliminaire sur le mode adopté à Londres, à Philadelphie et à Paris. Les eaux nécessaires aux besoins de la population sont élevées : dans la métropole britannique, par la force de la vapeur; à Philadelphie, par la force hydraulique; la Capitale française est principalement alimentée par le canal de dérivation de l'Ourcq. De l'étude de ces différens systèmes, nous tâcherons de tirer quelques conclusions utiles.

EAUX DE LONDRES.

Les détails qui suivent ont été recueillis sur les lieux ou empruntés aux documens officiels de l'enquête faite

761667

en 1828 par la chambre des communes (1). La plus ancienne compagnie des eaux est celle de la nouvelle rivière *(new river company)* dont l'origine remonte à 1610. Cette compagnie distribue 52,499 mètres cubes d'eau par jour (dont 7,859 mètres cubes d'eau de la Tamise sont élevés à 43m 90 de hauteur par des machines à vapeur auxiliaires). La nouvelle rivière est un canal de 64 kilomètres de longueur dérivé de la rivière *Léa*. Quatre bassins ayant ensemble 2 hectares et trois mètres de profondeur, régularisent le service qui comprend 66,559 maisons. Sur ce nombre, 1945 seulement sont approvisionnées par le haut service dont le tarif est de 50 p. 0/0 plus élevé que celui du bas service. Ce dernier est de 12 fr. 10 pour une maison de 2 pièces, 25 fr. pour quatre pièces, 40 à 50 fr. pour les maisons de 10 pièces. Les habitations de luxe situées dans les grandes rues ou sur les *squares*, paient environ 100 fr., mais elles sont en petit nombre. — En 1804 et 1805 les prix d'abonnement furent augmentés de 20 p. 0/0. Vers 1811, l'établissement de nouvelles compagnies amena une diminution progressive jusqu'en 1817, époque où les différentes sociétés se coalisèrent et rétablirent (en 1825) les prix de 1810. — Un traité de 1815, oblige chaque société à se renfermer dans certains quartiers. Il en est résulté que le dividende de chacune des 72 actions de *new river* qui n'avait été, en 1814, que de 578 fr. s'est élevé en 1827, à 12,915 fr.

(1) *Report on the supply of water to the metropolis*, 1828.

En 1827, les recettes furent :

Maisons.	2,222,286fr.	
Arrosage des rues..	27,587	2,391,455f.(1)
Haut service et jardins.	141,582	
Dépenses.		1,480,116
Bénéfices.		911,339f.

La distribution des eaux de *new river* présente une particularité remarquable; elle s'opérait (en 1828) au moyen de 644 kilomètres de tuyaux en bois renouvelés chaque année par 20^me^.

La compagnie de Chelsea, (Chelsea water-works company) date de 1755. La dépense primitive fut de 1,500,000 fr.; elle s'élève aujourd'hui à 5,845,450 fr. — De 1823 à 1828 le dividende annuel a été de 70,000 fr. ou moins de 1/4 p. 0/0 du capital d'établissement et de 4 1/4 du capital primitif. 8,725 mètres cubes d'eau de la Tamise élevés chaque jour par des machines à vapeur à une hauteur de 15^m^ 24 à 39 mètres, alimentent 12,516 maisons particulières et 93 édifices publics. Sur ces 12,516 maisons, 982 seulement jouissent du haut service, mais sans augmentation du prix ordinaire qui est moyennement de 55 fr. 20 par maison; ce prix varie de 4. fr 25 à 1250 fr.; il a été augmenté de 40 p. 0/0 depuis la fondation de l'établissement. En 1827, les recettes ont été de 464,745 fr., les dépenses de 313,303 fr.

Le capital de la compagnie de *grande jonction* est de 7,755,625 fr.; le dividende ordinaire est de 75 fr. par

(1) Dans tous ces calculs, la livre sterling a été évaluée à 25 fr.

action de 1250 fr. Le volume d'eau de la Tamise élevé par des machines à vapeur est de 12,720 mètres cubes par jour. Les deux tiers de cette quantité à une hauteur de 27^{m} 45 à 33^{m} 55, -- un tiers de 33^{m} 55 à 45^{m} 75, les derniers travaux n'ont été terminés qu'en 1827. Le haut service (facultatif et non quotidien) comprend 2041 maisons

taxées à raison de 453f. par maison.	88,314f.	
7,809 paient pour le bas service (à 66 fr.)	514,559	627,557f.
Arrosage public (1) (*street watering*)	14,904	
Autres revenus.	10,000	
Dépenses annuelles.		350,685
Bénéfice.		276,872f.

Ce bénéfice est calculé sans déduction pour l'amortissement, le fond de réserve et le renouvellement des ouvrages. La rente payée par les propriétaires de maisons est à peine de 0 fr. 159 par mètre cube d'eau distribuée, haut et bas service compris. En 1818, le tarif des redevances a été augmenté de 25 p. 0/0 ; en 1828, la dépense totale s'élevait à 7,858,202 fr..

Les West Middlesex water works ont coûté 9,564,175 fr. En 1828, le dividende a été de 75 fr. par action (1250fr.). La compagnie de Middlesex-Ouest date de 1806 ; elle fournit journellement pour les maisons, pour l'arrosage des rues, des jardins, etc. environ 15,629 mètres cubes d'eau de la Tamise élevés à 37^{m}20 et

(1) L'eau nécessaire à l'irrigation des rues qui s'opère au moyen de tonneaux sur roues est payé aux compagnies, par cent mètres carrés de surface, 7 fr. 50 c. à 11 fr. 25. La rétribution pour les routes aux abords de Londres est de 776 fr. par kilomètre.

48m50. Deux machines à vapeur de 70 che-
cune peuvent porter en 54 heures 15,900 mètres cubes dans le bassin de Kensington, à 57m20 au-dessus des basses eaux du fleuve. C'est un produit de 49 litres d'eau élevés à 1m par seconde et par force de cheval (1). —Le bas service qui alimente tous les réservoirs particuliers dont le niveau ne dépasse pas de plus de deux mètres le niveau de la voie publique, comprend 11,500 maisons taxées de 18fr. 75 à 57fr. 50; 2,400 maisons sont approvisionnées par le haut service, mais 5,000 autres le réclament. Ce dernier coûte 25 à 62fr. 50 lorsque l'eau est élevée à la hauteur du premier étage, et 50 fr. à 75 fr. quand l'eau arrive aux étages supérieurs. Le taux moyen pour le bas service est de 56 fr. 25; le tarif n'a été augmenté qu'une fois, en 1819. Une conduite de 0m553 de diamètre et une autre de 0m254 portent l'eau de la Tamise jusqu'au réservoir inférieur. Les tuyaux de distribution ont jusqu'à 0m584 de diamètre. La consommation moyenne est de 681 litres par jour et par maison.

La compagnie de l'Est de Londres (*East London Water-Works*) est une des plus importantes; en 1827, sa recette a été de 1,046,566 fr.; la dépense ordinaire est de 402,576 fr.

Les cinq établissemens ci-dessus desservent toute la partie de la ville de Londres construite au Nord de la Tamise et distribuent 118,118 mètres cubes d'eau par jour. Le rapport présenté en 1828 à la chambre des

(1) Le cheval-vapeur anglais, 76 kil. élevés à 1m par seconde.

communes résume ainsi qu'il suit la situation de ces cinq compagnies :

Années.	Maisons alimentées.	Recettes annuelles.	Dépenses annuelles.	Bénéfices.
1820	110,514	4,054,750f.	2,365,450f.	1,689,300f.
1827	143,518	5,534,725	2,736,550	2,798,175

Les trois *Water-Works* du Sud de Londres (*Lambeth, South-London, Southwark*) qui en 1827 distribuaient 13,629 mètres cubes d'eau par jour, ne sont point compris dans ces chiffres officiels. Depuis 1827, le service des eaux de Londres n'a cessé de s'accroître. Une lettre (1) de M. James Mills, ingénieur attaché à ce service, donne les renseignemens les plus récens qui aient été publiés sur ce sujet. D'après M. J. Mills, les habitans de la capitale du Royaume-Uni payent annuellement 7,104,700 fr. ou 37fr.19 pour chacune des 191,066 maisons occupées par 1,146,596 personnes. C'est, en moyenne, 6 personnes par maison qui reçoivent journellement 884 litres d'eau (168,826 kilolitres pour la ville entière). Cette consommation s'élève à 1 kilolitre, en tenant compte des manufactures, des établissemens de bains, des cabinets inodores, etc. La hauteur moyenne à laquelle l'eau est élevée est de 24^{m}58. A Paris, dit M. Mills, il faudrait pour 909,126 habitans (2) et 40,000 maisons, une distribution journalière de 140,000 kilolitres d'eau. La dépense pour l'élévation de l'eau qui est à Londres de 1,725,000 fr.

(1) Insérée dans le *Constitutionnel* du 2 décembre 1841.

(2) En 1841, le chiffre de la population de Paris est de 912,033, sans y comprendre la population flottante qui élève ce chiffre à près d'un million d'habitans.

par an serait nulle à Paris où le canal de l'Ourcq peut fournir 155,420 kilolitres (1).

En 1828, la plus grande partie des eaux de Londres n'était point filtrée et était livrée au public à peu près telle qu'elle était puisée dans la Tamise par des machines à vapeur d'une force collective de 1,540 chevaux. L'eau de la Tamise est bonne, mais s'il est facile de la débarrasser du limon qu'elle tient en supension, on ne peut en dire autant des impuretés que versent dans son lit les 150 égoûts principaux d'une cité peuplée de plus d'un million d'hommes (2). Un des ingénieurs des compagnies de Londres, M. Anderson, avouait dans l'enquête de 1828, que les plaintes contre la qualité de l'eau étaient fondées : à cette époque, l'établissement de Chelsea se disposait à filtrer 15,084 mètres cubes d'eau par jour au moyen de vastes bassins de filtration calculés à raison de 1 mètre carré de surface pour 3,38 mètres cubes d'eau filtrée par 24 heures. Il suffit de nettoyer ces filtres tous les 14 jours. Une augmentation de 0,10 dans les prix d'abonnement couvrirait largement, selon M. Simpson, les frais de filtration, y compris l'excédant de hauteur à laquelle le liquide doit être élevé. Toutefois, il est constant que cette opération ne dépouille pas l'eau de la Tamise des principes nuisibles qu'elle renferme principalement en hiver.

Une autre réforme réclamée par le comité d'en-

(1) Voyez, au sujet de cette évaluation, ce qui est dit à la page 13.

(2) Les Anglais attachent avec raison une grande importance à la bonne qualité de l'eau. C'est ainsi que la cité d'Edimbourg a consacré une somme de 4,375,000 fr. à un approvisionnement de 1,272 mètres cubes d'eau par jour, amenés de 16 kilomètres de distance.

quête est l'uniformité des taxes perçues. Le bill d'autorisation accordé en 1826 à la compagnie de *Grand-Junction* limite à 5 p. 0/0 du loyer la redevance imposée aux maisons dont le revenu annuel dépasse 2,500 fr. et à 7 1/2 0/0 le droit payé par les maisons au-dessous de 500 fr. de loyer.

EAUX DE PHILADELPHIE (ÉTATS-UNIS.)

Ces notes concernant les établissemens hydrauliques de Philadelphie sont empruntées à l'excellent ouvrage de M. David Stephenson sur les travaux publics de l'Amérique du Nord (1). Les *Water-Works* sont situés à 2,400 mètres de la ville, à *Fairmount*, sur la rivière *Schuylkill*. Commencés en 1819, ils étaient en activité en 1822; les dépenses faites jusqu'en 1836 atteignent la somme de 6,905,250 fr. L'eau de la rivière Schuylkill est élevée à 28 mètres par 6 roues hydrauliques et 6 pompes qui fournissent ensemble 14,186 mètres cubes répartis entre 19,678 abonnés à l'aide de 157 kilomètres de tuyaux de fonte dont le diamètre varie de $0^{m}56$ à $0^{m}076$. Les quatre réservoirs ont coûté 725,326 fr. Ils contiennent 99,145 mètres cubes d'eau; leur superficie est de 2,5 hectares. Lorsqu'ils sont pleins, la surface de l'eau est à $28^{m}80$ au-dessus du barrage de la rivière et à 16^{m} 80 au-dessus des rues les plus élevées de Philadelphie. Le fluide passe successivement d'un réservoir à l'autre à travers des filtres, d'où il sort dans un état de pureté parfaite.

(1) Un extrait de cet ouvrage a été publié par M. Emmery dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1839.

On compte à Philadelphie 16,678 familles qui reçoivent l'eau nécessaire à leur consommation au moyen de tuyaux greffés sur les conduites, et 3,000 familles alimentées par les pompes publiques, soit en tout 19,678 familles. En 1837, les sommes payées pour l'eau se sont élevées à 576,861 fr.; les frais d'établissemens de toute espèce ont été de 7,485,188 f. Le volume d'eau distribuée est à peu-près le même, proportion gardée, que dans la capitale de l'Angleterre.

N'oublions pas de signaler une particularité remarquable : les machines à vapeur avaient été employées à *Fairmount* jusqu'en 1822, époque où la force hydraulique fût substituée à celle de la vapeur, et voici comment s'exprime à ce sujet M. Stephenson : « La faible dépense « (70,000 fr. par an) qui suffit aujourd'hui pour ap- « provisionner d'eau Philadelphie, justifie suffisamment « les travaux faits pour remplacer, malgré les énormes « frais de première mise de fonds, la force motrice de « la vapeur par celle de l'eau. »

Un grand nombre d'autres villes des Etats-Unis possèdent un système complet de distribution d'eau. Richmond est approvisionné par la rivière *James* de la même manière que Philadelphie. New-York n'a que des eaux de puits élevés par des machines à vapeur; mais il est question d'y conduire les eaux de la rivière Croton, de 48 kilomètres de distance; la dépense de cette dérivation est évaluée à 25 millions de francs.

EAUX DE PARIS.

Jusqu'à la fin du dernier siècle, la métropole française n'avait été alimentée que par une faible quantité d'eau

provenant de quelques sources ou puisée dans la Seine. Le 17 février 1777, le roi accorda un privilége de 15 ans aux frères Périer (1) pour la distribution des eaux dans Paris au moyen de pompes à feu. 1,440,000 fr. divisés en 1,200 actions formèrent le premier fonds de la société. Ce capital fut porté plus tard à 8,800,000 fr. Il ne s'agissait cependant que de fournir 150 pouces d'eau de la Seine (chacun de 19,1955 mètres cubes par 24 heures). L'entreprise des frères Périer eut peu de succès. Les intérêts privés qui s'y rattachaient suscitèrent de vives controverses auxquelles prirent part Mirabeau et Beaumarchais; enfin, en 1788, la ville de Paris acheta le privilége et tout le matériel de la compagnie qui était à la veille de faire banqueroute, au prix de 18,360 mille livres (5,100 actions à 3,600 l.). Le bénéfice annuel, suivant M. Girard, n'avait jamais dépassé 112,161 livres.

Sous le gouvernement impérial, le canal de l'Ourcq, proposé depuis long-temps fut construit aux frais de la ville de Paris, dans le double but d'alimenter les fontaines publiques et les canaux de Saint-Denis et Saint-Martin. M. Girard évaluait le volume d'eau présumé de cette dérivation à 3,0188 mètres cubes par seconde ou à 260,820 mètres cubes par jour. La dé-

(1) *Des Eaux de Paris*, par M. Girard, ingénieur en chef, directeur du canal de l'Ourcq.

Les frères Périer dont il est ici question n'appartenaient point à la famille dauphinoise dont Casimir Périer a été le plus illustre représentant. Avant 1777, M. de Parcieux avait proposé de dériver pour les besoins de la Capitale, 1,200 pouces de l'Yvette, et MM. Perronnet et Chezy 1,500 pouces de la Bièvre.

pense totale de cet ouvrage, dit M. Genieys (1), s'est élevée à 24,526,268 fr.,51. Les revenus annuels sont de 110,000 fr. et seulement de 60,000 fr. à cause des frais d'entretien. 60,000 fr. de revenus représentent un capital de 1,200,000 fr. Les 4,000 pouces (de 19,195 litres par 24 heures) que la ville de Paris s'est réservée le droit de prendre dans le canal de l'Ourcq lui coûtent donc 23,126,278 fr. Il reste 5,000 pouces, pendant l'été, pour les besoins de la navigation; en sorte que la quantité d'eau amenée dans le bassin de la Villette est assez souvent réduite à 7,000 pouces anciens (1,5552 mètres cubes par seconde). M Emmery, ingénieur en chef des eaux de Paris, annonce (2) que les 4,000 pouces dont la ville dispose pourront être portés à 5,000 pouces par l'introduction des eaux du Clignon dans le canal de l'Ourcq (3). Outre les 23,126,278 fr. dépensés pour le canal de l'Ourcq, les travaux existant dans Paris en 1829 pour la distribution des eaux étaient estimés 10 millions; et une somme de 20 millions était encore jugée nécessaire pour compléter ces travaux. Une ordonnance royale du 23 décembre 1829 autorisa la ville à concéder à l'industrie privée le service général des eaux. D'après le cahier des charges, la compagnie adjudicataire devait s'engager à distribuer au moins 6,075 pouces

(1) *Essai sur l'art de conduire, d'élever et de distribuer les eaux*, 1829.

(2) *Statistique des Eaux de Paris*, voy. *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1840.

(3) Les eaux du *Grand-Morin* pourraient aussi alimenter le canal de l'Ourcq, à Meaux, à l'aide d'un pont-aqueduc sur la Marne. Le *Grand-Morin* fournirait une quantité d'eau considérable.

d'eau, savoir : 4,000 pouces de l'Ourcq ; 75 pouces environ provenant des sources d'Arceuil, des prés Saint-Gervais, de Belleville et de Menilmontant ; 2,000 pouces *au minimum* qui seraient élevés de la Seine. Sur cette quantité totale, 5,800 pouces destinés aux fontaines gratuites ou d'ornement devaient être livrés gratuitement à la ville. Le prix des eaux aux fontaines marchandes était limité à 9 centimes par hectolitre. Le *bas service* consistant à fournir des eaux de la Seine sur tous les points de la capitale jusqu'a 5 mètres au-dessus du sol était seul obligatoire pour la compagnie. Le haut service (au-delà de 5 mètres de hauteur) était facultatif pour elle. Le prix des eaux du bas service ne pouvait excéder 5,000 fr. par pouce et par année (0 fr. 714 par mètre cube). Toutefois, pendant les douze premières années de sa concession, la compagnie aurait eu le droit de maintenir les prix existans de 7,000 f. le pouce pour les eaux de la Seine et de 1,000 fr. le pouce pour les eaux de l'Ourcq. L'adjudicataire était tenu de satisfaire gratuitement à toutes les concessions gratuites accordées précédemment par la ville et de faire à ses frais le service des bornes-fontaines et des bouches d'eau. La durée de la concession était fixée à 99 ans. La ville devait prélever une part proportionnelle de 10 centièmes au moins du produit brut général de toutes les ventes d'eau. L'adjudication devait être tranchée en faveur de la compagnie qui aurait offert le plus de centièmes au-dessus de ce *minimum*.

L'adjudication de cette entreprise fut annoncée longtemps à l'avance ; mais il ne se présenta aucun soumissionnaire sérieux, ce qui ne doit point étonner, lors-

qu'on songe au volume d'eau consacré au service des fontaines gratuites et monumentales. La ville de Paris se chargea elle-même de l'exécution des travaux projetés, et à la fin de 1839, ils étaient déjà fort avancés. Voici, à cet égard, quelques détails extraits du récent ouvrage de M. Emmery.

Le développement des 1350 rues, quais, etc. de Paris, est de 275 kilomètres dont il faut retrancher 25 kilomètres pour les zônes que ne peuvent arroser les eaux de l'Ourcq. Au 1er novembre 1839, sur 175,154 mètres de conduites en fonte, 154,810 mètres étaient exécutés et 38,524 étaient projetés. De ces 175,154 mètres de conduites, 2,332 ont un diamètre de $0^{m}50$; 52,568 ont un diamètre de $0^{m}25$ à 040, et 118,254 sont au-dessous de $0^{m}25$ (1).

Les écoulemens publics se composent, à Paris :

1° Des fontaines banales à l'usage de tous, même des porteurs d'eau à bretelles;

2° Des bornes-fontaines où le puisage est gratuit encore mais réservé aux particuliers et restreint aux seuls usages domestiques;

3° Des fontaines marchandes où la vente de l'eau se fait en détail en tonneau ou au sceau par la ville.

(1) Avant 1833, a dit le préfet de la Seine (M. de Rambuteau), Paris ne possédait que 43,752 mètres de conduite en fonte; depuis 1833 jusqu'au mois de novembre 1841, on en a posé 121,659 mètres; longueur totale 165,411m. Les autres travaux de la voirie de Paris consistent en :

	Bornes-fontaines.	Egoûts.	Trottoirs.	Chaussées bomb.
Exécutés avant 1833.	390	46,644	52,420	20,000
— depuis 1833.	1,158	65,031	90,190	170,370
	1,548	111,675	142,610	190,370

556 établissemens industriels alimentés en 1839 par les eaux de l'Ourcq absorbent 1,032 kilolitres par jour; leur consommation varie de 1,5 à 50 kilolitres. Le bain en eau de l'Ourcq est taxé à 5 centimes (à raison de 0 fr., 0157 l'hectolitre); le bain en eau de Seine est taxé à 0 fr. 12.

1,054,000 bains de la première catégorie absorbent 1,054 kilolitres par jour et produisent 52,700 fr.

585,500 bains de la deuxième catégorie absorbent 540 kilolitres par jour et produisent 70,020 fr.

Le prix de l'eau est bien plus élevé pour l'abonnement ordinaire à domicile. Il est de 1,000 fr. par an et par 20 mètres cubes fournis chaque jour (soit de 0 fr., 0175 par kilolitre). Tel est le tarif des eaux de l'Ourcq qui valent *au moins* celles de la Seine. Aux fontaines *marchandes,* le prix est de 0 fr. 09 par hectolitre, par assimilation au tarif des eaux de la Seine qui a varié de 31 à 40 fr. par an pour 1 hectolitre par jour (0 fr. 09 à 0 fr. 1125). Aujourd'hui le prix des eaux de la Seine livrées à domicile est uniformément de 40 fr. par an pour une livraison quotidienne d'un hectolitre. Le prix de vente aux fontaines marchandes doit en outre comprendre les frais de filtrage et d'épuration. Le filtrage coûtait 1 à 2 centimes par hectolitre. A raison de ces frais, le prix de vente va être porté à 0 fr. 10 par hectolitre. En 1839, le produit des fontaines marchandes a été, à raison de 0 fr. 09 par hectolitre de 433,498 fr. 05 et la somme des affermages d'eau à domicile a été pendant la même année :

Pour les eaux de l'Ourcq (1,500 abonnés) 160,025 »

— de Seine et de sources (400 id.) 161,970 53

Le produit total s'est élevé à 755,495 fr. 58 c. — Jusqu'à présent, la vente en détail a produit plus que les abonnemens à domicile, mais tout tend à amener un jour un résultat inverse (en 1851, les abonnemens en eau de l'Ourcq n'ont produit que 74,098 fr. 50 c.)

Il y a à Paris 84 fontaines pour le service journalier, dotées de 4,000 kilolitres ou de 200 pouces, et 16 fontaines à grands effets d'eau dotées de 1,200 pouces. (Les deux fontaines de la place de la Concorde débiten ensemble 700 pouces ou 8,750 kilolitres par 24 heures; elles ne fonctionnent que pendant 15 heures.) 150 établissemens publics alimentés gratuitement, reçoivent 6,000 kilolitres d'eau par jour; le nombre des bornes-fontaines doit être porté à 2000, chacune de ces bouches d'eau est placée à un faîte de pavage pour laver les deux versans du même ruisseau et débite un pouce d'eau ancien (19,1955 mètres cubes en 24 heures). Ce pouce d'eau doit être versé en 5 heures et le lavage est fait à trois reprises différentes en été. — Les 15 fontaines *marchandes* dont une seule est alimentée par l'Ourcq, fournissent aux porteurs d'eau 1,520 kilolitres par jour, terme-moyen (66 pouces).

On compte 155 jours d'arrosement par an, à 1 litre par mètre carré et par service. Sur la route de Neuilly, avec des accotemens en terre, on a dépensé jusqu'à 1,60 litre. Les arrosemens doivent se faire au tonneau. Il serait trop long d'énumérer ici tous les avantages (1)

(1) Le système actuel de lavage des ruisseaux et des égoûts de Paris nous paraît très-défectueux. Les égoûts n'ont servi jusqu'ici qu'à l'écoulement des liquides, et aucune communication n'existe entr'eux et les fosses d'aisance.

que procurent à la capitale les eaux abondantes dont elle est pourvue. Ces eaux sont généralement de bonne qualité, et M. Emmery combat en ces termes, le préjugé qui a long-temps repoussé celles du canal de l'Ourcq.

« Les eaux de l'Ourcq sont infiniment préférables à toutes les anciennes eaux de source de Paris, même aux eaux d'Arceuil, si belles, si cristallines en apparence ; c'est, en effet, dans leur constitution chimique, que les eaux doivent avant tout être jugées, notamment par la moindre quantité de sels et surtout du *sulfate de chaux* qu'elles contiennent. L'eau de l'Ourcq n'a donné pour 15 litres, que 0 gr. 257 de sulfate calcaire, lorsque l'eau d'Arceuil en contient 2 gr. 528 (analyse de MM. Thénard et Colin). Par suite de cette faible quantité de sulfate de chaux, l'eau de l'Ourcq cuit parfaitement les légumes, est tout à fait propre au savonnage ; toutes les industries et en particulier les *teintureries* n'emploient pour ainsi dire plus d'autre eau..... A la vérité, ainsi que M. de Parcieux l'a fait remarquer pour tous les petits cours d'eau, l'eau de l'Ourcq présente en été une légère saveur herbacée, mais cette

Les eaux ménagères et autres circulant sur le pavé, à droite et à gauche de chaque rue, laissent exhaler des miasmes fétides jusqu'à leur entrée dans les aqueducs souterrains. Les bornes-fontaines, quoique très-multipliées, sont insuffisantes pour entretenir la propreté de la voie publique, surtout lorsque le sol est horizontal. Elles ne peuvent fonctionner pendant les gelées, et l'eau qu'elles répandent, incommode pendant l'hiver, ne dispense pas, en été, des arrosages au tonneau. Il est bien préférable de distribuer cette eau dans les maisons particulières et de la jeter directement dans les égoûts avec les produits des fosses d'aisance. Nous verrons plus loin ce qu'il y aurait à faire à Lyon.

saveur disparaît complètement par le filtrage au charbon. »

On sait que les eaux les plus pures sont, en général, celles des fleuves ; voici, d'après M. Colin, quelle est sur 15 litres la proportion des élémens constitutifs des eaux de Paris :

Eau de la Seine, 48 centil. 82 de gaz et 2 gr. 615 de sels.

Eau de la Bièvre (avant son entrée dans Paris), 55 centil. de gaz et 9 gr. 824 de sels, dont 5,758 de sulfate de chaux, et 2,047 de carbonate de chaux.

Eau de l'Ourcq, 52 centil. de gaz et 2 gr. 88 de sels.

Eau de Belleville et de Menilmontant, 65 centil. de gaz et 24 gr. 735 de sels, dont 17 gr. 04 de sulfate et 3 gr. 85 de carbonate de chaux.

M. Gueymard assure, d'après sa propre expérience, que les eaux produisent des incrustations calcaires dans les tuyaux lorsqu'elles renferment 25 centigrammes de sels anhydres et plus par litre, et des tubercules ferrugineux, dans le cas où elles contiennent moins de 25 centigrammes de sels. Les eaux de Grenoble qui, de 1826 à 1833, avaient produit des concrétions ferrugineuses de 10 à 24 millim. de saillie, n'en contiennent que 9 à 10 centigr. Ces sels ne sont presque que du carbonate de chaux.

Calculons quelle est la somme dépensée annuellement par les habitans de Paris pour le service des eaux. On a vu plus haut que le canal de l'Ourcq, déduction faite des produits particuliers, a coûté 23,126,268 fr. L'intérêt à 5 p. 0/0 de cette somme est de 1,156,514 fr.

Intérêt des frais d'établissement des conduites en

fonte, des fontaines, etc.	1,500,000
Entretien et renouvellement des conduites 1 pour 0/0.	500,000
Entretien des machines à vapeur (1) et de la pompe Notre-Dame. . . .	100,000
Transport à domicile de 999,360 kilolitres d'eau, à raison de 5 litres par habitant et par jour (2) et filtrage d'une partie de cette eau.	4,545,044
Frais de surveillance et main-d'œuvre de fontainiers.	50,000
Dépense annuelle.	7,451,358fr.

Le volume d'eau fourni à la capitale s'élève à 86,475 kilolitres par jour ou à 31,565,575 kilolitres par an. C'est 4,505 pouces ancienne mesure (de 19,1955 kilolitres par 24 heures) provenant :

1. Du canal de l'Ourcq. . . .	4000 pouces.
2. Eaux de sources.	75
3. Eau de Seine élevée par machines à vapeur.	555
Par la pompe Notre-Dame (à 26^{m}),	75

(1) Le service des machines à vapeur coûte 90,000 fr. par an pour 355 pouces élevés à 30 mètres de hauteur. On ne compte pas ici les frais d'établissement de ces machines et des anciens aqueducs d'Arceuil, etc.

(2) C'est l'évaluation donnée par la *Statistique de la Seine* (1826). La consommation domestique est de 6 litres par jour et par tête, mais 3 litres ne sont point payés. La population de Paris, en 1841, est de 912,033 habitans. On lit dans un rapport de M. de Chabrol, ancien préfet de la Seine (1826), que la quantité d'eau vendue à raison de 10 c. la voie de 23 litres, est de 169,300 par jour, ce qui porterait la dépense annuelle à 6,182,000 f. En 1839, les fontaines *marchandes* ont vendu 481,664 kilolitres d'eau à 0f. 90.

Le kilolitre d'eau revient donc à Paris à 0 fr. 236 et la dépense annuelle par chaque habitant est de 8 fr. 17. Mais si l'on ne tient compte que de la quantité distribuée à domicile, soit par les porteurs d'eau, soit au moyen de conduites, on trouve :

999,360	kilolit. vendus par les porteurs d'eau.	
147,782	d'eau de Seine.	par abon.
1,163,820	d'eau de l'Ourcq.	par abon.
Total. 2,310,962	kilolit.	

Le prix de revient est ici de 3fr. 29 par kilolitre. Ce prix n'est que de 0 fr. 1375 pour les abonnés aux eaux de l'Ourcq; mais il s'élève à 1 fr. 96 pour les abonnés aux eaux de la Seine, et à 4 fr. 3478 par kilolitre transporté à domicile. Les habitans de Londres paient aux compagnies 6 fr. 20 par tête et par an, somme moindre qu'à Paris, et ils reçoivent à *domicile* environ 54 kilolitres chacun, ce qui fait ressortir le prix du kilolitre à *douze centimes*.

EAUX DE LYON.

« Lyon, dit M. Dupasquier (1) qui, par la double importance de sa population et de son industrie, réclamerait plus que toute autre ville, des fontaines publiques multipliées, une libérale distribution d'eau fraîche et limpide, Lyon n'a que des eaux crues ou chargées de

(1) *Des Eaux de source et des Eaux de rivière, et spécialement des Eaux de source de la rive gauche de la Saône près Lyon comparées à l'eau du Rhône*, par M. Alph. Dupasquier. 1840.

principes putrides qu'elles dissolvent en filtrant près des fosses d'aisance dans un terrain formé de toutes sortes de débris : eaux d'ailleurs insuffisantes pour les besoins de ses habitans, insuffisantes surtout pour la propreté de la voie publique. »

« Trois fois l'académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Lyon a mis au concours le sujet de cette question : *Quels sont les moyens les plus faciles et les moins dispendieux de procurer à la ville de Lyon la meilleure eau qu'elle puisse obtenir et d'en distribuer une quantité suffisante.* »

Les concours de 1770 et de 1808 ne produisirent aucun résultat. En 1835, M. Thiaffait proposa dans un travail qui obtint le prix de l'académie, d'amener à Lyon les eaux de source de la rive gauche de la Saône et particulièrement celles de Roye. En 1824, M. Rambaud, maire de Lyon, avait fait un appel aux compagnies qui voudraient fournir à la ville 3,000 mètres cubes d'eau potable par 24 heures; quelques années plus tard, sous l'administration de M. Lacroix-de-Laval, une compagnie demanda 200,000 fr. par an, pendant un siècle pour cette fourniture. La municipalité lui offrit vainement la somme annuelle de 160;000 fr. En 1834, MM. Jules Renaux et Mathieu déposèrent une soumission pour une distribution de 200 pouces d'eau moyennant 120,000 fr. par an. Depuis 1832, les 25 pouces élevés par la machine hydraulique du Rhône, dont le service est peu régulier, à 31 mètres de hauteur au-dessus de l'étiage de la Saône (bassin du jardin des plantes) reviennent annuellement à 17,000 fr.

D'après M. Alexandre Flacheron, jeune architecte

enlevé trop tôt aux beaux-arts qu'il cultivait avec bonheur, l'ancien *Lugdunum* possédait 5 grands aqueducs qui lui amenaient des eaux abondantes. Le 1^er^, celui du Mont-d'Or, avait 0^m^49 de largeur dans œuvre sur 0,77 de hauteur. Son développement était de 16 kilomètres. Le 2^me^, celui de la Brevenne, parcourait le versant occidental des montagnes du Forez recueillant les principales sources qui sortent de ce versant depuis Duerne jusqu'à Sourcieux. Ce canal de dérivation a 0^m^60 de largeur et 1^m^57 de hauteur du radier à l'intrados de la clé. Il est recouvert par une voûte à plein cintre en parpaings de 0^m^45 de lit; les piédroits ont 0^m^50 d'épaisseur et portent sur une substruction d'un mètre d'élévation. Le développement est au moins de 50,000 mètres. Le 3^me^ aqueduc, dans l'ordre des dates et le plus important de tous était celui du Gier ou du Mont-Pilat. Il fut construit par l'empereur Claude, vers l'an 50 de notre ère pour alimenter les quartiers élevés de Fourvières (*Forum vetus*). Cet aqueduc, parfaitement conservé dans la plus grande partie de sa longueur qui est de 52 kilomètres, avait une largeur de 0^m^56 à 0^m^65 non compris le ciment intérieur, et une hauteur uniforme de 1^m^77. Les piédroits, même lorsqu'ils sont établis dans le rocher, ont 0^m^65 d'épaisseur. La voûte a 0^m^65 d'épaisseur à la clé. Dans les parties où le massif est établi sur la terre, il repose sur un radier d'un mètre d'épaisseur portant les piédroits et le canal. Vingt ponts d'une étendue et d'une élégance remarquables, huits réservoirs et un même nombre de rampans à arcades, facilitaient le passage d'une montagne à l'autre au-dessus de quatre vallons profonds au moyen de si-

phons (1) formés de 8 à 10 tuyaux de plomb; quatre ponts magnifiques recevaient les conduites en plomb. Tout cet ensemble de constructions merveilleuses se terminait par un grand réservoir de distribution, situé sur le coteau de Fourvières à 132m10 (2) au-dessus de l'étiage de la Saône.

La pente de l'aqueduc a été trouvée par M. A. Flacheron, de 3m28 sur 4250 mètres, soit de 0,000773. Delorme, dans ses *Recherches sur les aqueducs* de Lyon, publiées en 1760, portait cette inclinaison à 0,00166; on verra plus loin qu'elle n'est point uniforme et qu'elle a été augmentée ou diminuée selon la disposition des lieux et la sujétion imposée par les travaux.

Le volume d'eau amené par la dérivation était sans doute variable, comme celui débité par la rivière du Gier qui l'alimentait. Dans les grandes sécheresses, ce volume n'excède pas 0m10 par seconde, tandis que M. Delorme évalue la quantité d'eau dérivée à 45,352,440 litres, évaluation que M. Rondelet réduit à 5,925,558 litres par 24 heures ou à 0m06856 par seconde. Le siphon de Garon avait 860 mètres de développement et 8m40 de pente; il se composait de 9 tuyaux de 0m2165 de diamètre intérieur. En partant de ces données, la formule de M. Eytelwein donne un produit par seconde de 0m3892176 représentant 1,681 pouces (chacun de 20 mètres cubes par 24 heures.) Dans ces calculs, on

(1) Les Romains connaissaient donc les siphons, mais ils ne savaient pas fabriquer les conduites en fonte de fer dont l'emploi appartient aux temps modernes, et qui sont infiniment plus économiques que les tuyaux de plomb.

(1) Cette élévation est réellement de 135m60, d'après le plan des environs de Lyon, par M. Mondot de la Gorce, ingénieur en chef du Rhône.

ne tient pas compte de la contraction d'ailleurs peu sensible résultant de la forme curviligne des tuyaux. Pour livrer passage à cette masse d'eau, dans un canal rectangulaire de 0^m60 de largeur moyenne, et de $0^m000775$ de pente, il fallait que le liquide s'élevât à 0^m95 de hauteur (formule de M. de Prony.)

Si, comme il est permis de le croire, la section des tuyaux dans les siphons était proportionnée au débit ordinaire de l'aqueduc, *Lugdunum* aurait été largement approvisionné (1); mais le diamètre des conduites en plomb indiqué par Delorme n'est rien moins que certain et les dimensions des ouvertures (0^m25 sur 0^m25) des bassins auxquels ils aboutissaient ne peuvent servir de règle à cet égard. Delorme dit ailleurs que la hauteur moyenne de l'eau dans l'aqueduc était de 0^m568, ce qui reduirait son débit à 0^m2142 par seconde, volume d'eau que le Gier, alimenté par les montagnes de Pilat, beaucoup plus boisées alors qu'aujourd'hui, pouvait sans doute fournir pendant l'été. En admettant que le produit des deux aqueducs du Mont-d'Or et de la Brevenne fût également de 0^m2142, on voit que la ville impériale de Lyon recevait 0,4284 mètres cubes ou 1850 pouces métriques, quoique sa population ne s'élevât pas alors, selon toute probabilité, à plus de 50,000 ames (2). 1850 pouces pour 50,000 habitans sont

(1) Les neuf aqueducs de Rome, dont la longueur totale était de 418 kilomètres, amenaient autrefois 785,000 mètres cubes d'eau par 24 heures. Trois d'entr'eux ont été restaurés et fournissent encore 150,000 mètres cub. C'est, dans le premier cas, 39,250 pouces ou une consommation au moins égale, proportionnellement, à celle de *Lugdunum*.

(2) La superficie de *Lugdunum* était d'environ 150 hectares, ce qui re-

l'équivalent de 12,333 pour 200,000. Les temps sont bien changés! Lyon s'abreuve aujourd'hui presque exclusivement d'eau de puits, et le gigantesque aqueduc du Mont-Pilat attend, depuis des siècles, l'édile Lyonnais qui saura l'utiliser.

La restauration de l'aqueduc du Mont-Pilat n'est point une entreprise difficile; il en coûterait davantage pour creuser le tunnel projeté de Neuville et de Roye à Lyon, que pour rendre à sa destination l'admirable monument que nous ont légué les Romains.

Cependant, depuis que l'intéressant ouvrage de M. Dupasquier a appelé l'attention sur les nombreuses sources de la rive gauche de la Saône, il est sérieusement question de dériver 4 de ces sources fournissant ensemble 8,226,712 litres d'eau par 24 heures, et de les amener au niveau du bassin du jardin des plantes, à 51 mètres au-dessus de la Saône, par un aqueduc souterrain de 12 à 13 kilomètres de longueur. En prolongeant le canal jusqu'à 25 kilomètres, on pourrait recueillir 22,039,938 litres, d'après un jaugeage fait en septembre 1838, par M. Mondot de la Gorce, ingénieur en chef du département du Rhône. Les cinq sources de Roye, dit cet ingénieur distingué, dans son rapport au préfet (en date du 24 octobre 1838), donnent 1,574,922 litres par jour, à $54^{m}19$ au-dessus de la Saône. Les autres sources peuvent être amenées au bassin de Roye et de là être conduites à Lyon dans des ga-

présente une population de 30,000 ames, en supposant que sa densité fût la même que dans Lyon moderne. *Lugdunum* occupait une partie des coteaux de Fourvières et de Saint-Sébastien.

leries dont la pente serait réglée à raison de 0m20 par kilomètre. La distance de Roye au jardin botanique est d'environ 6 kilomètres mesurés en ligne droite, et de 9 kilomètres mesurés en suivant les coutours du coteau qui borde la rivière.

M. Dupasquier insiste avec raison sur la nécessité de se procurer des eaux pures, cristallines et dont la constitution chimique ne laisse rien à désirer. Voici son analyse de l'eau des 4 sources de Neuville et de Roye. Sur 15 litres :

Carbonate de chaux.	5gr.245
Sulfate de chaux.	0 163
Chlorure de calcium.	0 135
Id. de sodium.	0 106
Azotate de chaux.	0 000
Chlorure de magnésium. . . .	traces
Matières organiques.	id.
	5gr.649

15 litres de l'eau du Rhône puisée dans le fleuve par un temps très-froid ont fourni :

Produits gazeux.	Acide carbonique.	27centil.	3
	Oxigène. . . .	18	6
	Azote.	10	
Produits solides.	Carbonate de chaux.	2	260
	Sulfate de chaux. .	0	295

Il faut y ajouter une petite quantité de chlorure de sodium, de chlorure de calcium, de chlorure de magnésium, de sulfate de soude et de sulfate de magnésie. Au mois de juillet 1835, M. Boussingault a trouvé à peine

des traces de ces dernières substances dans l'analyse suivante : Sur 15 litres.

Produits gazeux.	Acide carbonique. .	9 centil.	8
	Oxigène. . . .	9	8
	Azote.	17	5
Produits solides.	Carbonate de chaux.	1 gr.	51
	Sulfate de chaux. .	0	10

L'eau du Rhône est donc moins chargée en été et plus chargée en hiver de sulfate de chaux que celle de Roye. Le sulfate calcaire nuit essentiellement à la qualité de l'eau qu'il rend séléniteuse.

La température de l'eau du Rhône, dit M. Dupasquier, peut s'élever, durant les chaleurs, à 25° cent. Pour la ramener à la température des 4 sources, il faudrait l'abaisser d'environ 12°, et c'est ce qu'on ne peut se flatter d'obtenir. L'eau des quatre sources (de Roye, Neuville, etc.) est plus aérée (1) et doit être plus digestive, puisqu'elle contient autant d'air atmosphérique que l'eau du Rhône et environ six fois plus d'acide carbonique durant l'été. L'eau des 4 sources a l'avantage hygiénique d'être, à des nuances près, invariable dans sa composition comme elle l'est dans sa température. Sous le rapport industriel, une eau doit être limpide en tout temps, avoir une température et une composition constante; elle doit dissoudre parfaitement le savon s'il s'agit du blanchiment.

M. Dupasquier en conclut que l'eau des sources de Roye l'emporte de beaucoup sur celle du Rhône ; ce qui

(1) L'eau de Roye renferme : Acide carbonique . . . . . 47 centil. 5
Oxigène. 9 3
Azote. 53 0

n'a pas empêché le conseil municipal de Lyon de donner la préférence aux eaux du fleuve, dans le cahier des charges, arrêté le 6 juillet 1838, au moment même où l'on s'occupait de la dérivation de Roye. Aux termes de ce cahier des charges que le maire actuel, M. Terme, a l'intention de modifier, 6,000 kilolitres d'eau par jour devaient être fournis à la ville, et 5,000 kilolitres au moins aux particuliers, d'après un tarif fixé à 2 centimes pour 20 litres et par jour, 4 centimes pour 50 litres, 7 centimes pour 1 hectolitre et 50 centimes pour 1 kilolitre. L'eau distribuée devait être celle du Rhône, après avoir été filtrée. 5,000 kilolitres du service municipal auraient été élevés au niveau du bassin du jardin des plantes (31 mètres au-dessus de la Saône) et 1,000 kilotitres à la hauteur de la place des Bernardines (90 mètres). 5,000 mètres cubes étaient consacrés à l'alimentation de 4 fontaines publiques principales, de 12 fontaines publiques du second ordre, de 230 bornes-fontaines et de 40 bouches d'eau destinées au lavage de la voie publique.

La ville de Lyon, pour être approvisionnée comme Paris, Londres, Philadelphie, etc., doit se procurer un volume d'eau de $0^{m}30$ par seconde ou de 1296 pouces métriques. Mais comment cette eau sera-t-elle distribuée? A cet égard, si l'on adopte le système d'approvisionnement qui va être exposé, Lyon se trouvera dans les circonstances les plus favorables pour établir un double service public et privé. La solidarité de ces deux services est un grave inconvénient, lorsqu'on ne dispose pas d'une pression suffisante pour alimenter les points les plus élevés. A Londres, où il n'y a

point, à proprement parler, de bouches d'eau publiques (1), le haut et le bas service sont alternatifs. Dans le premier, les robinets des réservoirs (2) particuliers sont ouverts, en général, pendant une heure. Dans le second, pendant vingt minutes. Le haut service est plus cher, parce que, outre un excès de pression, il nécessite souvent des conduites spéciales pour opérer avec régularité. Dans le projet de distribution d'eau dans Paris, étudié sous l'administration de M. de Chabrol, le haut service devait être fait deux ou trois fois par semaine au moyen de machines à vapeur élevant l'eau à une hauteur plus grande que celles du bassin de la Villette (3). Le bas service aurait fonctionné pendant la nuit pour les abonnés et pendant le jour pour les fontaines. Ces dispositions étaient à-peu-près impraticables; la distribution de l'eau dans les maisons particulières exige beaucoup de surveillance et ne peut guère avoir lieu qu'en plein jour. Le haut service aurait arrêté ou tout au moins contrarié les écoulemens publics. Mais à Lyon, il sera facile de concilier toutes les exigences. Voici une esquisse de plan qui pourra être adopté.

(1) On ne peut donner ce nom aux poteaux d'arrosage et aux prises d'eau ménagées sur les tuyaux pour les cas d'incendie.

(2) Les réservoirs des maisons de Londres contiennent environ un mètre cube d'eau. Ceux du rez-de-chaussée sont souvent construits en dalles unies par du ciment; les réservoirs supérieurs sont en bois doublé de plomb laminé. Les petits tubes, ordinairement en plomb, qui les alimentent, sont terminés par un robinet qui se ferme ou s'ouvre à l'aide d'un flotteur qui règle l'admission de l'eau. Les 11,500 maisons du bas service de la compagnie de *Grand-Junction* sont alimentées en moins de quatre heures.

(3) La hauteur légale de l'eau dans le bassin de la Villette est de 25 m 30 au-dessus du zéro du pont de la Tournelle.

On partira de ce principe : que les 0,50 de mètre cube d'eau amenés sur le coteau de Fourvières à 155m60 de hauteur au-dessus de l'étiage de la Saône, devront être utilisés pendant le jour seulement, ce qui portera à 0,60 mètre cube par seconde, la quantité à débiter. Si l'on tient à se procurer des eaux jaillissantes, le plus bel ornement d'une grande ville, il sera nécessaire d'alimenter ces artifices hydrauliques à l'aide de conduites faisant partie du réseau général, mais rendues indépendantes, pendant un temps donné, du service particulier, afin d'éviter les oscillations et les solutions de continuité dans la marche du fluide. Pour obtenir ce résultat, il suffira de diviser les maîtresses-conduites en deux groupes qui seront mis en communication alternativement avec les orifices ouverts sur la voie publique ou avec ceux des maisons particulières.

Supposons que la disposition du terrain et que les nécessités locales exigent l'établissement de 10 conduites principales dont la moitié devra pouvoir livrer passage à 0,60 mètre cube d'eau par seconde ; admettons encore que chacune de ces 10 conduites se ramifie en 10 autres, nous aurons à déterminer d'abord le diamètre de ces tuyaux, avec la condition que sous la même charge 10 conduites secondaires prises ensemble puissent recevoir le volume d'eau porté par chaque colonne principale. Le point essentiel pour diminuer les frais d'établissement d'un système de circulation d'eau est une haute pression sur l'ensemble des tuyaux répartiteurs. Quand on a recours à la force de la vapeur pour élever l'eau, il est souvent avantageux d'augmenter la section des conduites pour diminuer la

charge et par conséquent la force motrice. Voilà pourquoi à Londres et à Paris la pression est habituellement très-faible et pourquoi aussi on a dû employer des tuyaux d'un fort diamètre. Dans son avant-projet pour la distribution des eaux de l'Ourcq, M. Mallet proposait d'établir une conduite centrale de 1^m10 faisant l'office de réservoir général et se bifurquant en deux branches de 0^m80. Dans le projet définitif, aujourd'hui en cours d'exécution, l'on a renoncé à ces énormes cylindres de fonte dont la pose présente tant de difficultés et l'on a adopté comme *maximum* le diamètre de 0^m50 (à Londres, ce diamètre s'élève jusqu'à 0^m584). Une conséquence de ce nouveau système a été la multiplication des lignes-mères (1) et l'augmentation de la pente en vertu de laquelle l'écoulement s'opère à Paris et à Londres. Cette pente est à peu-près de 0^m0025, ce qui correspond à une charge de 5 mètres sur une distance moyenne de 2,000 mètres. C'est sur cette base que le service des eaux devrait être organisé à Lyon, dans l'hypothèse de l'emploi des machines à vapeur. Nous allons comparer ce mode avec celui d'un aqueduc amenant 0,50 mètre cube à 155^m60 d'élévation, ce qui donnerait une pression utile d'au moins *cent mètres*.

(1) Outre les conduites alimentées par l'eau de l'Ourcq, il y a dans Paris 65,000 mètres de tuyaux pour la distribution des eaux de Seine et de Sourcel.

Tableau des dimensions et des prix d'un mètre courant de conduites en fonte pour distribuer dans Lyon 1296 *pouces d'eau* (1).

	diamètre	poids.	PRIX d'achat.	pose.	dépense totale.
1° PENTE 5m OU 0m0025.					
Conduites principales.	0m 497	174k.	52f 20	9f 25	61f 45
Id. secondaires.	0 197	57	17 10	3 77	20 87
2° PENTE 100m OU 0m05.					
Conduites principales.	0m 273	82k.	24f 60	5f 00	29f 60
Id. secondaires.	0 109	30	9 00	2 61	11 61

(1) Nous avons employé pour calculer le diamètre et le poids des tuyaux de fonte les deux formules suivantes de M. d'Aubuisson *(Traité d'Hydraulique)*, en augmentant de moitié en sus la quantité d'eau à débiter.

$$D = 0{,}298 \sqrt[5]{\frac{L\,Q^2}{H}}$$

L est la longueur du tuyau.
Q la quantité d'eau à débiter.
H la hauteur de charge.
D le diamètre du tuyau.

$$E = 0{,}1\,D + 0{,}01$$

E épaisseur des parois du tuyau.
D diamètre.

La résistance des conduites en fonte, d'après la formule du même ingénieur : $E = 0{,}0000465\,D\,H$ a été trouvée :

Pour les conduites de 0m0273 égale à une pression de 1000 mètres.
Pour celles de. . . . 0m109 égale à — 2187

C'est 10 et 22 fois la pression que ces tuyaux auront à supporter. A Paris, le prix de la pose des tuyaux a été évalué comme il suit par M. Genieys. A Lyon, cette dépense est beaucoup moindre : la fouille et le mouvement du pavé n'y coûtent que 1 à 2 f. par mètre courant (1 f. 50 pour des tuyaux de 0m325). Le plomb et la main-d'œuvre du plombier estimés 1 fr. le kilog. par M. Genieys, valent 0 f. 80. Le transport des tuyaux sur la tranchée et

La ville de Lyon qui s'étend sur les bords de deux rivières a une superficie d'environ 950 hectares dont 650 sont occupés par les maisons d'habitation. Les trois communes suburbaines présentent une surface bâtie de 350 hectares. C'est donc en tout 1,000 hectares pour une population agglomerée de 200,000 habitans.

La population totale trouvée par le recensement de 1841, s'élève :

Pour la ville de Lyon à. . . .	155,959	ames.
De la Guillotière .	25,750	
De la Croix-Rousse.	18,790	
De Vaise. . . .	5,505	
Total.	205,962	

les frais divers ont été évalués à 1 f. par 100 kil. Les conduites sont placées à une profondeur qui varie, selon leur diamètre, de 0m50 à 1m50.

Prix de la pose d'un mètre courant de tuyaux en fonte.

Diamètre des tuyaux.	A Paris.	A Lyon.
0,10	8f10	2f61
0,15	8,83	3,01
0,20	10,25	3.77
0,25	11,69	4,55
0,30	13,21	5,42
0,40	16,57	7,25
0,50	20,18	9,25

Les prix indiqués pour Lyon sont à peu près ceux que la compagnie d'éclairage par le gaz paie à ses entrepreneurs. Les tuyaux sont assemblés avec du plomb fondu et des cordes goudronnées. A Grenoble, M. Gueymard s'est servi du ciment d'accum, ce qui a réduit la dépense à 2 fr. 28 pour des conduites de 0m275, à 1 f. 95 pour les conduites de 0m108, etc. Les tuyaux en fonte de fer reviennent aujourd'hui, à Lyon, à 30 f. les 100 kil., quelque soit leur diamètre. Ils ont 2m50 à 2,75 de longueur. En novembre 1833, une fourniture importante a été adjugée pour la ville de Paris à 27 fr. 42 les cent kilogr.

En admettant que la banlieue rurale renferme 5,962 individus, il en résulte que la ville et ses faubourgs renferment 200 habitans par hectare. A Paris, la densité de la population est plus grande, puisqu'elle excède 578 personnes par hectare, sans y comprendre les étrangers (912,033 individus sur 3450 hectares).

Le développement de la voie publique de Lyon est approximativement de 130,000 mètres ou seulement de 110,000 mètres, si l'on en retranche les parties dont l'alimentation pourra s'effectuer au moyen de branchemens (1). Sur ces 110 kilomètres, 85 appartiennent à la ville de Lyon proprement dite et 25 aux trois autres communes. La dépense d'un système de distribution générale d'eau serait :

		Pente 0m0025.	Pente 0m05
Conduites de 1er ordre. . .	10,000m	614,500f	296,000f
Conduites de 2e ordre. . .	100,000	2,087,000	1,161,000
		2,701,500f	1,457,000f

La différence en faveur du système proposé est de 1,244,500f., indépendamment des grands avantages inhérens et particuliers à ce système qui permet de produire sur tous les points de la ville des effets hydrauliques d'une grandeur inusitée (2) et de fournir de précieux se-

(1) A Paris, le prix fixé par l'administration municipale pour une prise d'eau sur une conduite posée en terre avec une longueur de tuyaux de plomb de 25m, y compris robinet d'arrêt et bouche à clé, est de. . . . 88f30

La dépense par mètre d'un tuyau en plomb de 0m027, au-delà de 25 mètres est, pavage compris, de. 10,50

Ces prix seraient moitié moindres à Lyon.

(2) Supposons que l'on veuille établir sur la place Bellecour deux gerbes

cours en cas d'incendie. Les évaluations précédentes ne comprennent point les travaux accessoires d'une distribution dans Lyon tels que les réservoirs pouvant contenir toutes les eaux amenées pendant 12 heures, c'est-à-dire 12,960 mètres cubes, les fontaines et les bouches d'eau ouvertes sur la voie publique, etc. (1). ces différens objets porteraient le chiffre de la dépense totale à environ deux millions, abstraction faite des monumens de luxe semblables à ceux qu'on a élevés à si grands frais dans la Capitale.

Les eaux de la Loire destinées à alimenter l'aqueduc romain sont extrêmement pures, ainsi que le prouve

d'eau débitant ensemble 400 pouces métriques ou $0^{mc}0926$ par seconde (les deux fontaines de la place de la Concorde débitent chacune 350 pouces et leurs jets s'élèvent à 12 mètres), le frottement de l'eau dans une conduite de $0^{m}273$ de diamètre et dé 1600 mètres de longueur, équivaut à une charge de 20 mètres. Le sol de la place Bellecour est élevé de $5^{m}60$ au-dessus du niveau de la Saône; la pression utile sera donc de 110 mètres. Suivant M. d'Aubuisson, si l'on désigne par h la charge, par h' la hauteur des jets d'eau, on a : $h' = h - 0{,}01\,h^2$. Ici $h' = -11^{m}$, ce qui décèle une erreur dans la formule, puisque la valeur trouvée est négative. Nous pensons que dans le cas de très-grandes charges comme celle dont il s'agit ici, on peut dire : $h' = h - 0{,}005\,h^2$. Cette dernière équation donne pour l'élévation des jets. . . . . $49^{m}50$

Mais il convient d'en retrancher 20 pour cent pour la perte causée par les ajustages coniques. 9 90

Il reste. 39 60

Les jets de la place Bellecour s'élèveraient donc à $39^{m}60$, c'est-à-dire à deux fois la hauteur des Façades.

(1) Il sera probablement nécessaire d'établir deux châteaux d'eau, l'un à Fourvières, au débouché de l'aqueduc; l'autre à la Croix-Rousse, afin d'assurer l'approvisionnement de cette partie haute de la ville, pendant le jeu des fontaines situées dans les bas quartiers. Une conduite de 2,700 mètres de longueur et de $0^{m}282$ de diamètre débitant, sous une charge de 20^{m}, $0^{mc}05$ par seconde, coûterait 83,484 fr.

l'analyse suivante de M. Janicot (1), répétiteur de chimie à l'école des mines de Saint-Etienne.

L'eau soumise à l'analyse a été puisée dans la Loire qui était alors navigable, le 2 décembre 1841, au *Pertuiset,* près de Firminy. Elle contient 0 gr.00058 de limon dont la pesanteur spécifique est de 1,5, c'est 1 mètre cube pour 2,596 de fluide.

1° Essais qualitatifs par divers réactifs.

Avec *le chlorure de baryum.* Trouble très-léger sur le moment; après plusieurs jours, léger dépôt blanc.

Azotate d'argent. La liqueur est devenue un peu opaline et n'a pas changé d'état après 24 heures.

Ammoniaque liquide. Pas de réaction dans le moment même. Après 24 heures, grumeaux blancs en suspension dans la liqueur.

Oxalate d'ammoniaque. Trouble très-faible. Après 24 heures, dépôt blanc sur les parois du verre.

Savon. Dissolution parfaite; légère opalinité sans formation de grumeaux. Ces essais qui sont déjà concluans ont été suivis d'une analyse complète dont voici les résultats :

Sur 1 litre :

Produits gazeux.	Acide carbonique. .	1 centil.	28
	Azote.	1	70
	Oxigène.		80
		3	78

(1) Nous nous empressons de donner à M. Janicot un témoignage public de notre gratitude pour le travail dont il a bien voulu se charger et dont il s'est acquitté avec un talent égal à sa complaisance.

Produits solides.	Silice.	0gr.	0070
	Carbonate de chaux.	0	0144
	Oxide de fer. . . .	0	0018
	Sulfate de chaux . .	0	0026
	Matières organiques .	0	0024

Sels alcalins et déliquescens.

Chlorure de sodium, id. de calcium, id. de magnésium.	0	0070
	0	0352

L'eau de la Loire renferme autant de gaz que les meilleures eaux de rivière ; c'est une excellente eau potable. Celle de la Saône qui a été analysée par M. Bineau renferme sur 1 litre 0gr.141 de matières salines dont 0gr.005 de sulfate de chaux et 0gr.134 d'acide carbonique. Elle contient à peu près autant d'air et d'acide carbonique que l'eau de la Loire.

Celle-ci, par la faible proportion de carbonate de chaux qu'elle contient et en vertu de son extrême pureté favorisera l'oxidation de la fonte et la production des tubercules ferrugineux. Le dépôt calcaire qui prévient cette oxidation est du reste beaucoup plus fâcheux que la formation des tubercules dont il est facile de se garantir. M. Vicat a indiqué pour cela un moyen bien simple, qui consiste à couvrir les parois intérieures des tuyaux d'une couche de mortier hydraulique de 0m0025 d'épaisseur. M. Juncker, ingénieur des mines, d'Huelgoat (Finistère) où il a fait construire avec le plus grand succès une machine à colonne

d'eau (1), est parvenu à corriger la porosité des tuyaux de fonte et à les préserver de l'action des eaux acides en les remplissant d'huile de lin siccative au lieu d'eau, et en les soumettant à l'épreuve ordinaire au moyen d'une pompe alimentée elle-même avec de l'huile de lin (2).

L'essai des conduites avec l'huile est sans doute plus coûteux qu'avec l'eau, mais il doit être adopté partout où l'on a à redouter l'oxidation. L'opinion de M. Juncker repose sur trois années d'expérience. L'enduit préservatif de M. Vicat n'offrirait peut-être pas la même sécurité, et il a d'ailleurs l'inconvénient de diminuer la section des tuyaux.

De nombreux projets ont été proposés pour fournir des eaux à la ville de Lyon. La dérivation des sources de la rive gauche de la Saône a séduit beaucoup de bons esprits. On se procurerait ainsi une quantité d'eau peu considérable mais constante et toujours fraîche en

(1) Cette machine élève de 230 mètres de profondeur $1^{mc}792$ d'eau par minute. La quantité d'eau dépensée dans le même temps est de $10^{m}34$ tombant de 60 mètres de hauteur. C'est un effet utile de 0,646. L'appareil moteur à simple effet et une machine de rechange ne coûtent par année que 5,000 fr. d'entretien, y compris 3,200 fr. pour le personnel. (*V. Annales des Mines*, 1835.)

(2) M. Bron, teinturier à Saint-Etienne, avait employé, il y a 15 ou 20 ans, un procédé analogue. Il plongeait ses tuyaux de fonte dans l'huile bouillante et évitait ainsi leur oxidation. On connaissait à Saint-Etienne cet effet chimique des eaux douces long-temps avant que M. Gueymard l'eut signalé au monde savant. Cet ingénieur ne soupçonnait pas, en 1829, trois ans après l'établissement des conduites de Grenoble, la formation des tubercules. Consulté par une commission du conseil municipal de Saint-Etienne, qui plaça sous ses yeux un bourneau engorgé de concrétions ferrugineuses, il répondit que rien de semblable n'était à craindre à Grenoble.

été. Malheureusement, la dépense à faire ne serait peut-être pas en rapport avec le résultat obtenu. Il faudrait creuser un tunnel-aqueduc de 1m85 sur 1m50 à une profondeur moyenne de 50 mètres au dessous du sol. Cet ouvrage établi dans des roches très-résistantes, pourrait s'exécuter pour 200f. le mètre courant (1). Mais si l'aqueduc de 12 kilomètres de longueur rencontrait des terrains mouvans, les dépenses s'accroîtraient à tel point qu'il serait sans doute préférable de suivre à la surface du terrain les sinuosités des coteaux de la Saône. Cette difficulté aplanie, vient celle de l'achat des eaux qui servent de moteur à plusieurs usines. La ville du Havre a payé 500f. par pouce et par an une source dont le produit est de 30 pouces. A ce prix, les sources de Roye et de Neuville qui fournissent 411,33 pouces métriques donneraient un beau revenu à leurs propriétaires. Le point d'arrivée à Lyon ne serait qu'à 31 mètres au-dessus de l'étiage de la Saône; de là résulterait la nécessité de recourir aux machines pour alimenter les hauts quartiers. Quant aux qualités tinctoriales des eaux de Roye, elles sont réelles pour certaines applications et négatives pour d'autres. Si les sels calcaires avivent les couleurs et permettent d'obtenir des blancs plus parfaits sur soie (2), d'un autre

(1) Les percemens souterrains de la rigole de *Couzon à la Grand-Croix*, ont coûté 180 fr. le mètre courant pour 2 mètres de largeur dans un rocher très-solide et sans maçonnerie. Les tunnels du chemin de fer à Terre-Noire et à Rive-de-Gier creusés dans le terrain houiller avec une largeur de 3 mèt. seulement, reviennent à 1,000 fr. le mètre.

(2) MM. David, à St-Etienne, et Pochet-Berthollon, à Givors, rivalisent

côté, l'importante opération du décrusage exige une proportion beaucoup plus forte de savon avec des eaux chargées de carbonate de chaux qu'avec des eaux douces. A Lyon, on emploie de 18 à 35 parties de savon pour décruser 100 parties de soie. A Saint-Etienne, avec les eaux du Furens (1), cette proportion n'est que de 16 à 17 pour 0/0. Les conduites alimentées par une eau chargée de sels calcaires peuvent être engorgées de concrétions et obstruées en un petit nombre d'années. Cet inconvénient capital n'est pas sans remède, mais il serait difficile d'obtenir la précipitation d'une quantité notable de carbonate de chaux au moyen de chutes disposées de manière à favoriser le dégagement de l'acide carbonique. M. Jourdan a encore proposé de conserver la composition primitive de l'eau, en la faisant couler dans un tunnel au niveau des sources, sans qu'elles aient paru à la lumière et à l'air, mais alors, et cela est bien plus grave, les dépôts calcaires auront lieu en entier dans les

pour la teinture des soies en couleur blanche, avec les établissemens lyonnais qui possèdent des sources d'eau calcarifère.

(1) L'eau du Furens est si pure, que les réactifs n'indiquent même pas de sels calcaires, dit M. Dupasquier qui en fait l'analyse qualitative suivante :

1° *Essai par le chlorure de baryum.* On n'aperçoit dans l'eau aucun phénomène de réaction, elle reste parfaitement limpide.

2° *Essai par l'azotate d'argent avec addition d'acide azotique.* Opalinité très-peu sensible.

3° *Essai par l'oxalate d'ammoniaque.* Point de réaction sensible, l'eau reste parfaitement claire et limpide.

4° *Ammoniaque liquide.* Pas de réaction apparente.

5° *Savon.* Solution parfaite, très-faible opalinité.

tuyaux de conduite, parce qu'il sera impossible d'éviter l'accès de l'air par suite de l'intermittence de la circulation des eaux (1). En dernier résultat, les 411 pouces fournis par la dérivation de Roye et de Neuville ne sauraient suffire aux besoins de la ville de Lyon et ne reviendraient pas à moins de 500 f. par an et par pouce, sans compter la dépense nécessaire pour en élever une partie à plus de 31 mètres au-dessus du niveau de la Saône.

Cette conclusion est peu favorable au projet de Roye et nous croyons qu'il est prudent d'y renoncer.

L'énorme force motrice que le Rhône et la Saône pourraient fournir en barrant leurs lits, offrirait le moyen d'établir un vaste système de distribution d'eau, si les conditions auxquelles on devrait s'assujétir pour conjurer le danger des inondations, n'étaient un obstacle presque invincible à l'adoption de ce plan. A Paris, où un projet semblable est à l'étude depuis plusieurs années, il a été question d'abord d'installer au pont Notre-Dame, un barrage mobile créant une chute de 0^{m}70 à 0,75 en temps de crue, et de 1^{m}50 à l'étiage. Aujourd'hui, d'après M. Arago, ce barrage serait construit au Pont-Neuf, à la jonction des deux

(1) L'eau de la source de Saint-Clément, à Montpellier, contient à peu près la même quantité de carbonate de chaux que celle des quatre sources de Roye et de Neuville. Des incrustations calcaires se sont formées non-seulement dans l'aqueduc dont la longueur est de 14,000 mètres, mais encore dans des tuyaux de l'intérieur de la ville. M. Lentheric attribue ces dernières incrustations aux chocs qu'éprouvent les colonnes liquides animées d'une grande vitesse, et à l'introduction de l'air dans les tuyaux qui ne sont pas toujours pleins.

bras de la Seine, et serait élevé de 3 ou 4 mètres au-dessus des basses eaux. Les 100 mètres cubes par seconde que fournit le fleuve pendant son étiage, représenteraient 300 à 400 unités dynamiques (chacune de 1000 kilogr. élevés à 1 mètre par seconde) ou 4000 à 5333 chevaux-théoriques (1).

A Lyon, le Rhône, à son extrême étiage, roule au moins 250 mètres cubes, et la Saône 50 mètres cubes d'eau (2) par seconde. La difficulté ne serait pas d'utiliser cette puissance hydraulique pendant les basses eaux, mais bien pendant les crues. Le moindre exhaussement du lit ayant pour effet de diminuer le débouché et la vitesse du courant, la submersion de la ville et des campagnes voisines serait inévitable, à certaines époques. Les barrages d'une faible élévation disparaissent pendant les grandes eaux; et pour se procurer une chute de $0^{m}50$, on produirait peut-être en amont un regonflement de plus d'un mètre. Quels désastres en seraient la conséquence !

(1) A Paris, où chacun des deux bras de la Seine peut débiter une grande partie des eaux du fleuve, le danger serait moins grand, mais il subsisterait toujours. M. Mondot de la Gorce a étudié un projet de barrage en aval du Rhône et de la Saône, dans lequel les plus habiles dispositions ont été prises pour prévenir les inondations. Mais sous l'impression des souvenirs de 1840, le conseil municipal de Lyon a refusé son assentiment à ce projet.

(2) Le Rhin qui reçoit les 4/5 des eaux de la Suisse, débite, pendant l'étiage :

A Bâle.	330 mèt. cubes par seconde.
A Kehl	380
La Garonne (à Toulouse). . . .	50
La Loire (à Orléans)..	50
Le Rhône (à Lyon).	250
Id. (à Arles).	450

En 1859, nous avons présenté à l'administration le tracé d'un canal de dérivation du Rhône, qui partant de Jonage, aurait servi tout à la fois à arroser les plaines de la rive gauche du fleuve, et à les défendre contre les submersions. Ce canal aurait pu être prolongé jusqu'au-delà du confluent des rivières, en enveloppant les Brotteaux et la Guillotière; mais la force motrice produite par la chute de ses eaux dans le Rhône eut été soumise à des variations continuelles suivant la hauteur du fleuve. Si l'on n'avait en vue que l'intérêt de la ville de Lyon, une dérivation sur la rive droite serait sans doute préférable. La prise d'eau pourrait être établie à l'embouchure de l'Ain, à 28 kilomètres des abords de Lyon. Le canal traverserait la plaine de Montluel et se développerait ensuite sur le flanc des coteaux entre Miribel et le faubourg de Bresse. La pente moyenne du Rhône dans cette partie de son cours est de 0^m00065 ou de 17^m64 sur 28 hilomètres. Un canal de 5 mètres de largeur au plafond de 1^m50 de profondeur d'eau, avec des talus de 45° et une pente de 0^m0002 débiterait par seconde 7,5147 mètres cubes (1). Dans la plaine de Montluel où une grande surface serait arrosable, il conviendrait de donner 7 mètres de plafond, afin de porter son débit à 10 mètres cubes. L'inclinaison de cette rigole de 28 kilomètres de longueur étant de 5^m60, il resterait une chute de 12^m04 qui se réduirait à 8 mètres lors des grandes

(1) La vitesse moyenne de l'eau serait de 0^m 753 par seconde. Cette vitesse est suffisante pour le transport des eaux troubles qui sont favorables à l'agriculture et à la conservation des berges.

eaux ordinaires et à 6m50 lorsque le Rhône s'élèverait comme en octobre 1840, de 5m54 au-dessus de l'étiage. Il résulte des opérations rhônométriques faites à Lyon, à l'échelle du Pont-Lafayette, pendant 15 années (de 1826 à 1840), que les hauteurs moyennes annuelles des eaux sont :

Maximum.	5m.11
Minimum.	0 28
Moyenne.	1 14

En admetant que, déduction faite des pertes d'eau, le canal fournît 7 mètres cubes par seconde à l'entrée de Lyon, 1 mètre cube pourrait être consacré au lavage des rues et le surplus tombant de 6m50 de hauteur servirait à élever 0m50 d'eau à 65 mètres (1) ou 0m15 à 150 mètres. Les 55,24 unités dynamiques restant disponibles, durant l'étiage, s'affermeraient à 3,000 fr. l'une (à raison des variations causées par les crues) environ 100,000f. par an et remplaceraient avec avantage les moulins à nef qui gênent la navigation et tendent à éloigner le courant du fleuve des quais de Lyon. La dépense de ce canal qui, sur une grande partie de son développement, serait à mi-coteau, s'élèverait approximativement à 200 fr. par mètre courant ou à 5,600,000 fr. (2). En retranchant de cette

(1) On compte ici 0,50 d'effet utile obtenu par des roues hydrauliques et des pompes élévatoires. L'eau élevée serait prise dans le Rhône au moyen de galeries-filtres.

(2) Le canal de l'Ourcq qui, par ses dimensions et les conditions de son tracé, présente beaucoup d'analogie avec celui que nous proposons, a coûté 260 fr. le mètre courant; mais les dispositions particulières aux canaux navigables ont accru le chiffre de la dépense. Les irrigations sur la rive droite du Rhône seraient, dans l'avenir, une nouvelle source de produits. 1,000 hectares arrosés, à 30 fr. l'un, donneraient un revenu de 30,000 fr.

somme le capital correspondant au loyer des usines, on voit que les frais à la charge de la ville, n'excéderaient pas . . . . . 3,600,000 fr.

Les appareils mécaniques peuvent être évalués (à cause du peu de hauteur de la chute d'eau) à 6000f. par unité dynamique, ci. 234,000

En ajoutant pour les filtres, les emplacemens, les réservoirs, etc.. . 166,000

On trouve un total de . . . . 4,000,000 fr.

L'entretien du canal, des machines hydrauliques, des filtres, etc., coûterait, avec les frais de surveillance et d'administration 100,000 fr. par année, ce qui porte le capital à 6,000,000 fr. Moyennant cette somme, la ville de Lyon recevrait une quantité d'eau égale à celle fournie par l'aqueduc du Mont-Pilat restauré, à une hauteur moitié moindre, il est vrai, mais elle aurait de plus un mètre cube d'eau par seconde applicable au lavage des rues et des égoûts. Si des obstacles que nous ne prévoyons pas, s'opposaient au rétablissement de l'aqueduc romain, ce projet est certainement celui que nous adopterions. On ne saurait lui comparer une dérivation de l'Ain qui, pour amener des eaux à 43m65 au-dessus de l'étiage du Rhône, aurait au moins 60 kilomètres (1) et coûterait plus de

(1) La pente moyenne de l'Ain entre Poncins et son embouchure, est de 0m001 sur 40 kilom. C'est. 40m00
Pente du Rhône. 17 64
Total. 57 64
En donnant à l'aqueduc de 60 kilom. 0,0002 ou. 12 00
Il reste. 45m64

6 millions. Il faut aussi renoncer à l'idée émise par M. A. Flacheron, de réparer les aqueducs antiques du Mont-d'Or et de la Brevenne (1), faute des eaux nécessaires pour les alimenter. Les sources dérivées par les Romains existent encore, mais elles ont reçu une destination utile, et c'est d'ailleurs une grave question d'économie sociale, que de savoir si l'on a le droit d'exproprier une population des eaux dont elle jouit et qui lui sont indispensables. C'est ainsi que les belles sources d'*Eure* et d'*Airan*, près d'Uzès, ne pourraient plus être enlevées au pays qu'elles enrichissent, pour couler comme autrefois dans l'aqueduc du pont du Gard (2) ; c'est ainsi que nous-même nous n'aurions pas songé à l'aqueduc du Mont-Pilat, si nous n'avions pas trouvé d'autres eaux d'alimentation que celles de Gier.

Il nous reste à dire un mot de l'emploi des machines à vapeur. Ce moyen paraît être, au premier abord, le plus simple et le plus sûr pour fournir des eaux à une ville assise sur les rives de deux fleuves ; mais en réalité, il occasionerait une dépense très-considérable. Qu'il s'agisse, par exemple, d'élever 0,50 mètres cubes d'eau par seconde à 135^{m}60 : ajoutons à ce chiffre 14^{m}40 pour la charge des filtres et le frotte-

(1) L'académie de Lyon a décerné, en 1834, une médaille d'or à M. A. Flacheron, pour un mémoire proposant la restauration de l'aqueduc de la Brevenne.

(2) Les habitans de Nîmes ont souvent réclamé la restauration de cet aqueduc, et voici comment l'un d'eux s'exprimait à ce sujet, dès 1560 : « Il est à craindre que notre incurie et ce temps gourmand n'y montrent et exercent leurs forces, comme à la plupart de nos excellentes antiquités ; nous aurions besoin d'un Julius Frontinus, préfet et commissaire des eaux ; d'un Auguste, ou bien de son gendre Agrippa... »

ment dans les colonnes d'ascension, etc., l'eau devra être portée à une hauteur équivalente à 150 mètres. Pour obtenir ce résultat, il faudra une puissance de 750 chevaux-vapeur (en évaluant à 0,20 la résistance des pompes), et de 1500 chevaux avec les machines de rechange. Ces appareils, construits dans le système de Cornouailles, coûteraient à 300 fr. par cheval.

ci.	450,000 fr.
Chaudières, à 150 fr.	225,000
Pompes, colonnes d'ascension, etc.	225,000
Filtres	100,000
Bâtimens, réservoirs, etc. . . .	200,000
Terrains et frais divers.	300,000
Total : . .	1,500,000 fr.

Dépenses annuelles.

Houille (1) 15 kilog. par heure et par cheval 9,855 tonnes par an à 18f.	177,590fr.
Entretien et renouvellement des machines à vapeur et des pompes. . . .	55,750
Entretien des chaudières à 2f. par tonne de houille brûlée.	19,710
Salaire des chauffeurs à 1f. id. .	9,855
Salaire des machinistes.	10,000
Entretien des bâtimens 1 pour 0/0. .	2,000
Entretien des filtres à 1f. par 1,000	
A reporter.	252,705fr.

(1) D'après M. Combes (*Annales des Mines*, 1834), les machines de Cornouailles consomment moyennement 1 k 6255 par heure et par force de cheval. La grande machine de Rive-de-Gier (400 chevaux), venue d'Angleterre, consomme 1 k 3. La moyenne de ces deux chiffres est 1 k 5.

Report. . . .	252,705fr.
mètres cubes d'eau filtrée.	9,460
Intérêt du capital 5 pour 0/0. . .	75,000
Administration et surveillance. . .	5,000
	342,165fr.

C'est 456f.22 par an et par cheval ou 0f.056 par mètre cube d'eau élevé. Si l'on se contentait de porter l'eau à 50 mètres (minimum de hauteur), le capital d'établissement serait réduit d'environ moitié et les frais d'entretien n'étant pas proportionnels à la force des machines ne descendraient pas au-dessous de 150,000f. (600f. par cheval). Dans cette hypothèse, il faudrait agrandir la section de tuyaux de distribution, ce qui augmenterait la dépense de 1,244,500 f. ou de 62,625f. par an, plus, de 12,445 f. pour l'entretien de ces mêmes tuyaux; en sorte que les frais annuels s'élèveraient à 224,670f. (0,0257 par kilolitre). Dans notre système, cette somme peut être réduite à 175,571f. pour le même volume d'eau livré à 155m69 de hauteur : c'est 0fr.018 par kilolitre. Nous renvoyons au chapitre II de cet opuscule pour l'exposition de ce système auquel se lient d'autres combinaisons et d'autres intérêts.

EAUX DE SAINT-ETIENNE.

La ville de Saint-Etienne, située au pied de la chaîne du Mont-Pilat dont la cime s'élance à 1434 mètres (1) d'élévation au-dessus du niveau de la mer, devrait

(1) D'après le savant géologue, M. Fournet, professeur à la faculté des sciences de Lyon.

posséder des eaux abondantes. Il n'en est rien cependant. La rivière de Furens qui la traverse ne tarit pas dans les étés les plus secs et sa pente énorme permettrait de la conduire sur des points culminans; mais le Furens appartient aux usines et non à la population qui se presse sur ses bords. On ne pourrait détourner une partie de ses eaux sans causer un préjudice aux riverains et aux industriels qui emploient des moteurs hydrauliques. D'un autre côté, à la suite des pluies d'orage qui se précipitent sur les croupes déclives du Mont-Pilat, le Furens roule par fois une masse d'eau considérable, il sort de son lit et inonde la ville et ses environs. Aussi, depuis long-temps on a songé à établir des réservoirs destinés à régulariser ce torrent et à conserver pour les saisons sèches les eaux qui s'écoulent en pure perte ou qui font tant de ravages.

Les réservoirs d'alimentation ont été appliqués avec un succès remarquable à Greenock en Ecosse. Quoique cet exemple ait été cité souvent et que M. Mallet, inspecteur des ponts-et-chaussées en ait fait l'objet d'une notice dans le journal du génie civil, cependant, comme ce sujet nous intéresse d'une manière toute spéciale, nous consignerons ici quelques détails puisés dans les publications originales.

Le système hydraulique de Greenock se compose d'un réservoir principal, d'un réservoir compensateur, d'un réservoir régulateur et de six bassins auxiliaires qui tous ensemble occupent une superficie de 160,4 hectares, reçoivent les eaux de 2,015 hectares de terrain et ont une capacité de 8,784,000 mètres cubes. Le

grand réservoir dont la digue(1) de 18m50 de hauteur a été achevée en quelques mois, contient 8,056,405 mètres cubes d'eau. Il inonde une surface de 120 hectares. M. Thom avait d'abord évalué à 17 millions de mètres cubes la quantité d'eau fournie par les 2,015 hectares de versans, mais l'expérience de deux années a prouvé que ce cube dépasse 19,855,400 mètres. La dépense d'eau d'une des lignes d'usines est de 54 mètres cubes par minute (1,200 pieds anglais) ou de 24,480 mètres cubes par jour de 12 heures. Le second bief d'usines en absorbe autant; ce qui donne pour 310 jours de travail. . . . . 15,177,600m. c.

La consommation de la ville de Greenock peuplée de 25,000 habitans calculée à raison de 56,67 litres par tête et par jour, est de. . 517,124

Total. 15,694,724

Les réservoirs peuvent donc subvenir à tous les besoins pendant plus de six mois, ce qui permettra de conserver l'eau recueillie pendant les temps pluvieux, non-seulement pour les saisons, mais encore pour les années où l'on aura à craindre des sécheresses.

L'eau destinée aux habitans de Greenock est conduite par un aqueduc particulier dans les filtres situés près de la ville. Ceux-ci sont accompagnés d'un bassin assez vaste ponr contenir la quantité d'eau filtrée qui se consomme pendant un jour. L'aqueduc de 0m58 en carré est formé de conduites en pierres réunies avec du ciment. Il n'a pas coûté le tiers du prix d'un tuyau de

(1) Cette digue est entièrement construite en terre avec corrois d'argile.

fonte d'une section égale, en sorte qu'on doit préférer ce système lorsque la pression n'est pas considérable (1). Sur le développement de l'aqueduc, on a ménagé des bassins de dépôt dans lesquels le liquide se dépouille d'une partie des matières étrangères qu'il tient en suspension avant d'arriver aux filtres. Ceux-ci sont au nombre de trois, chacun de 15m24 de longueur 3m66 de largeur et 2m44 de profondeur. Ils fonctionnent par *ascenssum et descenssum*, ce qui permet de les nettoyer par la seule pression de l'eau en moins d'une heure de temps. Par ce moyen bien simple, la ville de Greenock est pourvue d'eau excellente moyennant une taxe minime de 2 1/2 pour 0/0 du loyer des maisons, tandis qu'à Edimbourg et à Glasgow cette taxe est de 5 pour 0/0. D'un autre côté, on a pu utiliser une chute de 156 mètres dont 6 mètres seulement étaient précédemment employés.

Le prix de location de l'eau par force de cheval est de. . . . . 75fr.

La rente du terrain cédé aux usines et l'intérêt des roues hydrauliques, etc., ont porté cette somme à. 155

A Glasgow, la même force revient, par l'emploi de la vapeur, à. 767

La dépense des constructions s'est élevée, pour les réservoirs à 275,000f.; pour les deux dérivations des usines, à 125,000f. en tout à 400,000f. Dans cette somme, on comprend les machines motrices, mais

(1) L'auteur anglais ajoute que dans un aqueduc en pierre, le liquide gagne plus qu'il ne perd en qualité, tandis que c'est le contraire dans les tuyaux de fonte.

non la valeur des emplacemens occupés par les usines.

Les beaux établissemens hydrauliques de Greenock ont été exécutés de 1825 à 1827 par M. Thom pour le compte d'une compagnie qui a doté le pays d'une force immense et très-économique. Il faut lire dans l'ouvrage imprimé à Greenock (1) la description des ouvrages ingénieux, des vannes automotrices inventées par M. Thom pour l'aménagement et la distribution des eaux. Selon M. Thom, si la hauteur d'eau pluviale annuelle est de $0^{m}762$, le quart de cette quantité pourra être recueilli dans des réservoirs. Une ville de 200,000 ames consomme, à raison de 2 pieds cubes (anglais) par tête et par jour, 4,157,000 mètres cubes par an et peut être alimentée par les eaux provenant d'une surface de 2,185 hectares, ou si l'on veut, de 2,428 hectares. Quant aux procédés de filtrage, M. Thom, après avoir dit que les galeries souterraines creusées dans les graviers de la Clyde pour clarifier les eaux de Glasgow s'envasaient promptement (2), assure que les filtres s'épurant par eux-mêmes *(self cleaning filters)* établis à Greenock, ont parfaitement répondu à son attente. Il évalue les frais de construction de ces filtres à 7,500f. pour 517,124 mètres cubes d'eau filtrée annuellement (70,8 pouces métriques) (3).

(1) La bibliothèque de Saint-Etienne possède un exemplaire de cet ouvrage. Il est intitulé : *A brief account ol the Shaws water scheme and present state of the works* (Greenock, 1829).

(2) Le même inconvénient s'est manifesté à Toulouse pour les filtres-galeries de la Garonne. Voy. *Histoire de l'établissement des Fontaines de Toulouse*, par M. d'Aubuisson de Voisins, et l'ouvrage de M. Dupasquier.

(3) M. Bergeron étudie dans ce moment, pour la ville de Saint-Etienne, un projet de filtres dans le système de ceux de Greenock.

Les ingénieurs qui ont résidé à Saint-Etienne, ont tous adopté, en principe, le système des réservoirs pour fournir des eaux à la ville, aux usines et même au canal projeté en amont de Rive-de-Gier. MM. Lacordaire, Burdin, Michal, Blondat, ingénieurs des ponts-et-chaussées ou des mines ont rédigé des projets et formulé des propositions dans ce sens. M. Barreau (1) ingénieur ordinaire de l'arrondissement de St-Etienne, chargé en 1838, de l'étude du canal de la Loire au Rhône, a repris la question au point où l'avaient laissée ses devanciers et a posé les bases d'une solution définitive. Voici quelques-unes des données que M. Barreau a bien voulu nous communiquer :

Le bassin hydrographique du Furens, en amont de Saint-Etienne, embrasse une surface de 59,029,050 mètres carrés. Celui de Semène, jusqu'au point d'intersection de la rigole de dérivation de la Loire (à 2,500 mètres de l'embouchure de cet affluent) a 129,057,750 mètres carrés. Le ruisseau de Langonan, au-dessus de Sorbier est alimenté par 6,594,200 mètres c. de versans et le réservoir de Couzon, par 26,525,500 mètres carrés. En évaluant seulement à 0^m65 la hauteur des pluies annuelles, et à 0^m21 la hauteur du prisme d'eau qui s'écoule dans le lit des rivières, on trouve que Furens reçoit annuellement 8,196,100 mètres cubes d'eau.

Semène. . .	27,169,100
Langonan . .	1,542,782
Couzon . . .	5,570,555

(1) M. Barreau est un de ces jeunes ingénieurs qui joignent à la puissance de conception une activité infatigable et l'amour du bien public. Puissions-nous le conserver long-temps à Saint-Etienne !

A Paris, d'après les observations de M. Dausse, ingénieur des ponts-et-chaussées, la Seine roule les 0,55 des eaux pluviales qui tombent sur son bassin. sur des versans très-inclinés comme ceux des environs de Saint-Etienne, cette proportion devrait être plus forte, mais M. Dausse nous paraît avoir pris une moyenne beaucoup trop faible en adoptant les résultats fournis par l'udomètre de l'observatoire de Paris (0^{m}55) Il est à peu près démontré aujourd'hui qu'il tombe sur les lieux élevés une quantité d'eau plus considérable que dans les plaines. Nous possédons des observations météorologiques pour Alais (1), Valleraugue, Saint-Etienne-de-Valfrancesque et Joyeuse. Ces quatre villes situées sur les versans méridionaux des Cévennes, reçoivent, année commune:

La 1re	0^{m}991	moyenne 1^{m}382 d'eau pluviale.
La 2^{e}	1 911	
La 3^{e}	1 328	
La 4^{e}	1 300	

La ville de Saint-Etienne est placée sur le flanc septentrional des Cévennes, à peu près à la même élévation que celle qu'on peut assigner, terme moyen, à ces quatre localités. La masse d'eau qui tombe à Saint-Etienne et à *fortiori* sur les sommets environnans, s'élèverait donc par induction à 1^{m}582.

Si, pour ne pas négliger une autre donnée impor-

(1) M. d'Hombres-Firmas, d'Alais, a consigné dans son excellent recueil de mémoires sur la physique, sur l'histoire naturelle, etc., une série d'observations météorologiques qui embrasse 35 années. Nous lui avons emprunté les chiffres concernant Alais et les villes voisines.

tante, la latitude, nous faisons entrer dans le calcul précédent les 0m805 d'eau trouvés à Genève après 54 ans, et les 0m846 trouvés à Mâcon après 18 ans d'observations, nous aurons :

Pluie au midi de Saint-Etienne.	1m582	moyenne 1m405.
Idem au nord — id.	0 825	

M. Déribier de Cheissac (1) donne au bassin de la Loire, à l'entrée de notre département, une étendue superficielle de 5,260 kilomètres carrés, que l'on peut porter à 5,520 à l'origine de la plaine du Forez. Or, on sait par expérience et par l'application des formules d'hydraulique que le volume d'eau charrié par ce fleuve est, année moyenne, de :

150 m. c.	pendant 50 jours	de navigation.
500	5	de grande crue
8	110	d'étiage.
25	200	

Débit moyen 45,50 mètres cubes d'eau par seconde. 45,50 mètres cubes par seconde représentent 0m415 de hauteur d'eau pluviale pour toute la superficie du bassin, c'est-à-dire les 574 millièmes de la pluie calculée.

A Alais, le volume d'eau tombée oscille entre 0m449 et 1m452. Les variations ne sauraient être aussi fortes pour l'ensemble de la vallée de la Loire, mais elles doivent être considérables dans une gorge resserrée comme celle du Furens. Il n'est pas rare à Saint-Etienne de voir les sècheresses se prolonger pendant

(1) *Statistique du département de la Haute-Loire* (1824.)

plusieurs mois consécutifs ; souvent des pluies diluviales leur succèdent (1) ; en sorte que l'on peut admettre que le lit du Furens sert de récipient à un prisme d'eau de 0m20 (2) à 0m60 de hauteur; la moyenne de ces deux quantités (0m40) donnerait un volume annuel de 15,611,620 mètres cubes susceptible de se réduire à 7,805,810mètres cubes (2).

Sur cettte dernière quantité quelle proportion pourrait-on consacrer à l'approvisionnement des réservoirs sans nuire au roulement des usines? La solution de cette question est impossible en l'absence de toute

(1) Dans l'orage du 26-27 août 1834, il est tombé près de Saint-Etienne au moins 0m45 d'eau, puisque des *bennes* de cette profondeur placées sur le carreau des mines, en ont été remplies. Pendant les averses de 1834 et de 1837, le débit du Furens, sous les voûtes de la place de l'hôtel-de-ville, s'élevait à 112 mètres cubes par seconde, auxquels il faut ajouter l'eau qui s'écoulait par le bief et sur la voie publique. (Le lit voûté du Furens a 6 mètres de largeur et 0m 013 de pente. La hauteur d'eau était de 2m 50.)

Il serait fort utile que l'on établit, à Saint-Etienne, pour le jaugeage journalier des eaux du Furens, un hydromètre semblable à celui que M. Barreau a fait construire sur la rivière de Semène.

(2) Dans les années d'extrême sécheresse, ce minimum de 0m20 ne serait pas atteint. En 1832, le réservoir de Couzon dont la capacité est de 1,500 mille mètres cubes n'a pu être rempli complètement, quoiqu'il recueille toutes les eaux du ruisseau de Couzon. C'est ici moins de 0m06. A la vérité, l'année 1832 est exceptionnelle, car la hauteur moyenne du Rhône et de la Saône, à Lyon, qui, dans le cours de 15 ans (1827-1840) a été de 1m14 et de 1,56, s'est abaissée, en 1832, à 0m82 et 0,84.

La Loire débite dans ses grandes crues 4000 mètres cubes par seconde, ou 1 mètre cube pour 0,83 kilom. carré.

Le Furens débite 120 mètres cubes, ou 1 mètre cube pour 0,32 kilom.

Pendant l'étiage, la Loire fournit 6 mètres cubes par seconde, et le Furens 0,07. C'est, dans l'un et l'autre cas, 0m c 0018 par kilomètre carré. On pourrait croire, d'après cela, que les versans du Furens donnent, proportionnellement, une plus grande quantité d'eau que ceux de la Loire.

donnée hydrométrique, mais il est à croire que le volume d'eau superflu n'est pas moins variable que la pluie annuelle. En portant ce volume à un sixième, le Furens donnerait un excédant assuré de 1,500,970 mètres cubes. A leur entrée dans la plaine de Champagne, le Furens et le Furet sont alimentés par 55 kilomètres carrés qui fourniraient au minimum une réserve de 1,100,000 mètres cubes ou 5,000 mètres cubes par jour pendant toute l'année. En 1827, M. Lacordaire évaluait à 268,000f. les frais de construction de trois réservoirs, sur le Furens, pouvant contenir ensemble 519,000 mètres cubes. En 1833, M. Blondat réduisait à 100,000f. et au plus à 150,000f. le prix d'établissement du réservoir des *Billetières* (532,000 m. c.) . Ces devis sont fort élevés, eu égard au volume d'eau mis en réserve, à cause de l'extrême déclivité du sol; toutefois, nous pensons que moyennant 450,000f. on formerait des retenues d'une capacité totale de 900,000 m. c. Pour compléter l'approvisionnement de 5,000 m. c. par 24 heures, une dérivation du Furens alimenterait les fontaines de Saint-Etienne pendant 65 jours, durée moyenne des crues. On a fait des objections contre la qualité des eaux conservées dans des bassins, mais outre la circonstance du renouvellement continuel du fluide par le courant de la rivière, on peut citer un grand nombre d'exemples à l'appui de ce système. Dans les lettres écrites d'Orient (1), M. le comte Jaubert dit que l'approvisionnement des fontaines de Constantinople est assuré par

(1) *Revue des Deux-Mondes*, 1er *février* 1842.

un ensemble remarquable de réservoirs et d'aqueducs établis dans la forêt de Belgrade, assise sur les derniers rameaux des Balkans. Les empereurs Byzantins y avaient fait recueillir les eaux des principaux ruisseaux du voisinage. Il y existe plusieurs aqueducs d'Andronic, de Justinien, très-bien conservés et qui servent encore aujourd'hui. Les sultans ont également construit des aqueducs et surtout augmenté le nombre des réservoirs. Ce sont des étangs soutenus par de fortes chaussées en maçonnerie de pierres de taille. Le dernier est dû au sultan Mahmoud. Ainsi, dans un climat infiniment plus chaud que le nôtre, l'eau des réservoirs n'éprouve aucune altération. On ne peut en dire autant des eaux d'infiltration qui sont rassemblées dans les aqueducs souterrains de la plaine de Champagne (1). Ces eaux ont servi à l'arrosage des prairies, et sont par conséquent, imprégnées de substances nuisibles, provenant de la décomposition des engrais; elles peuvent aussi se mêler aux eaux des teintureries voisines.

Cette faible ressource est, d'ailleurs, compromise par les fouilles que pratiquent incessamment les propriétaires de terrains en amont de la ville. La quantité d'eau qui alimente les fontaines ne dépasse pas en été, 30 pouces de 20 mètres cubes; et pour les obtenir, on s'est vu obligé de pousser les aqueducs d'absorption jusque

(1) M. Dupasquier a constaté que les eaux obtenues par infiltration naturelle dans le quartier des Brotteaux, à Lyon, et même sur les places Tholozan et Saint-Clair, devenaient très-impures par leur filtration à travers des matériaux de démolition, des plâtras et même à travers les bancs d'alluvion. Ces eaux dissolvent très-mal le savon et incrustent fortement les chaudières où on les fait bouillir.

dans le lit du Furens, dont le débit n'est alors que de $0^{m}07$ par seconde, ou de 500 pouces environ. Les usiniers ont déja élevé des plaintes contre cette dérivation de 50 pouces. Que serait-ce si elle était portée à 150 (1) ?

La construction des réservoirs destinés à assurer l'approvisionnement d'eau des fontaines, à éviter les effets désastreux des crues et à augmenter de 50 p. 0/0 pendant l'étiage la force motrice des usines situées en aval de la ville, serait une excellente opération pour Saint-Etienne (2).

Supposons que le réservoir inférieur soit établi à l'issue de la gorge de Rochetaillée à 1500 mètres de l'origine de la conduite principale des fontaines près de la Grange-de-l'OEuvre. La prise d'eau dans ce réservoir

(1) En 1688, M. Cusset de l'Académie des sciences, chargé par l'intendant de Lyon de faire un rapport sur la dérivation des eaux de Semène, constata que les usines du Furens avaient besoin de 800 pouces d'eau (0^{mc} 18 par seconde) ; aujourd'hui il leur faut pour marcher sans interruption 0,66 et jusqu'à 0,80.

La dérivation de Semène fut exécutée, en 1689, aux frais de la ville et des usiniers. Voy. *Bulletin de la Société Industrielle de Saint-Etienne*, 1833.

(2) Il a été question d'amener à Saint-Etienne les sources de Semène qui fourniraient à peine 100 pouces d'eau. Ces sources jaillissent dans le grand-bois, à 15 kilomètres de la ville. Il faudrait, pour conduire ces 100 pouces à 15 mètres au-dessus du niveau actuel du bassin de Tardy :

1° Un tuyau de 10 kilom. de longueur (pente 0,4) et de 0,1477 de diamètre, coûtant, pose comprise, 18 fr. par mètre courant, ou. 181,800^{f}

2° Un tuyau de 3 kilom. (pente 0,01) et de 0,195 de diamèt. à 24 fr. 95. 74,850

Total. . . . . 256,650^{f}

Ce chiffre de 256,650 serait au moins triplé par les indemnités que réclameraient les propriétaires d'usines de Semène.

sera au moins à 20 mètres au-dessus du bassin de la Grange-de-l'OEuvre et par conséquent à 26 mètres au-dessus du bassin de division de Tardy. Si l'on relève de 15 mètres le niveau de ce dernier basssin (1), il restera une pente de 11 mètres distribuée sur 2759 mètres de longueur. 150 pouces donnent 0 mètre cube 0537 par seconde, que nous porterons à 0 mètre cube 0521, pour tenir compte de la diminution de vitesse qu'éprouve le liquide dans les tuyaux par l'effet des coudes, des érogations ou branchemens, etc.; le diamètre iudiqué par les formules sera de $0^m 277$, c'est-à-dire qu'il sera égal au diamètre actuel de la grande conduite (2) ($0^m 2977$) moins environ 2 centimètres occupés par les tubercules ferrugineux qui tapissent ses parois intérieures.

Le tuyau de $0^m 277$ pésera par mètre 85 kil. à 31 fr. . . .	25 75
Pose (prix payé en 1829 pour la conduite de $0^m 2977$) . . .	7
	52 75

Soit pour 1,500 mètres 49,095 fr.

On arrive ainsi à une dépense de 500,000 fr., qui, augmentée des frais de construction des filtres (3) et du capital équivalant aux frais de garde et d'entretien de réservoirs et des filtres, s'élèverait à 600,000 fr. environ.

(1) En relevant de 15 mèt. le bassin de Tardy et du Château, le niveau de ce dernier sera à 44 mèt. au-dessus du sol de la place Marengo où l'on pourra avoir des eaux jaillissantes à 20 mètres de hauteur.

(2) Cette conduite a 1259 mèt. de longueur.

(3) Les filtres fonctionneront sous la pression d'une colonne d'eau dont la hauteur pourra être celle de la digue du réservoir alimentaire. En outre, les eaux se clarifieront par leur repos prolongé dans les bassins.

Pour compléter notre travail sur la distribution des eaux dans la ville de Saint-Etienne, nous avons calculé le débit des conduites établies en 1829 et 1830. Le tableau suivant renferme les principaux résultats de ce calcul :

DÉSIGNATION DES CONDUITES.		LONGUEUR des conduites.	ANCIEN SYSTÈME. pente.	diamètre primitif.	débit en litres par "	diamètre actuel.	débit en litres par "	NOUV. SYSTÈME. pente.	diamètre des tuyaux	débit en litres par "
		mèt	mèt.	mèt.	litres.	mèt.	litres.	mèt.	mèt.	litres.
1° Conduites principales.		1259	6	0,2977	45,91	0,277	58,10	11 (1)	0,277	34,70
2° Du bassin de Tardy au château.		414	3 (2)	0,2165	25,32	0,1965	19,69	3,	0,1965	19,69
		1000	9,31	0,2165	28,92	0,1965	22,65	19,31	0,1965	32,46
Id.	à Chavanelle. . . .	339	11,37	0,0812	4,76	0,0612	2,29	21,37	0,0612	3,12
Id.	à la Badouillère. . .	665	3,61	0,1624	10,76	0,1424	7,73	13,61	0,1424	14,95
3° du château à la Pareille. . . .		650	24,00	0,1353	17,81	0,1153	11,92	34,	0,1153	14,11
Id.	à l'hôtel-de-ville. .	250	19,00	0,0812	7,18	0,0612	3,47	29,	0,0612	4,29
	Totaux.				69,43		48,06			68,93
En pouces de 20 mètres cubes. . .					300		208			298

(1) Sur 2,759 mètres de longueur.
(2) La pente du bassin de division de Tardy au bassin de subdivision du château a été réduite de 4 mètres à 3 mètres pour exhausser ce dernier bassin, qui est aujourd'hui à 25m228 au-dessus du dé inférieur de l'escalier de l'hôtel-de-ville, c'est-à-dire à 548 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le nouveau système de distribution aurait son point de départ à 15 mètres au-dessus du point actuel (hau-

teur absolue 565 mètres); mais nous supposons que par suite du développement donné aux tuyaux distributeurs pour l'alimentation des faubourgs, des maisons particulières, etc., cette surcharge de 15 mètres, serait réduite à 10 mètres.

Si l'approvisionnement de Saint-Etienne ne devait pas s'élever au-delà de 150 pouces, le système qui vient d'être indiqué pourrait suffire, quoiqu'il ne procure que 2,5 pouces d'eau par 1000 habitans; mais la progression constante et rapide de la population exigera bientôt de nouveaux et de plus puissans moyens d'alimentation. Les deux cantons de St-Etienne qui n'avaient en 1820, que 53,156 habitans, en comptent aujourd'hui (d'après le recensement de 1841), 72,120 (1). Sur ce nombre, 60,000 au moins sont agglomérés. Si le progrès ne se ralentit pas, les deux cantons auront dans 21 ans 147,949 ames, et l'agglomération stéphanoise arrivera au chiffre de 120,000. A six pouces par 1000 individus, il faudrait 720 pouces d'eau. Nous proposerons d'en amener 452 moyennant une dépense de 1,057,158 fr. qui pourra être réduite de 900,000 fr. en évaluant à 45,000 fr. par an le loyer de 0 m. c. 10 par seconde tombant d'une hauteur de 150 mèt. (2), pente de Saint-Etienne à l'embouchure du Furens.

(1) Cette progression est plus considérable que celle de la population lyonnaise. Lyon et ses faubourgs comptaient en 1820. . . . 149,170 habit.
en 1841. . . . 205,962
Accroissement annuel, 0,0147; période de doublement, 47 ans.
A Saint-Etienne, l'accroissement est de 0,0328, et la population double en 21 ans.

(2) Soit 15 unités dynamiques (chacune de 1000 kil. élevés à 1 mètre par seconde), à 3,000 fr. par unité. Si les propriétaires d'usines et de prairies du

La ville de St-Etienne possède à peine 8000 mètres de conduites d'eau. Un système complet de distribution publique et privée exigerait un nouveau développement de 20,000 mèt. (1) et de 30,000 en y comprenant l'agglomération suburbaine. Pour un diamètre moyen de 0^m10, la dépense s'élèverait, dans le premier cas, à 220,800 fr., et dans le second cas, à 330,000 fr. Toutefois, cette mise de fonds pourrait être remboursée par la vente de l'eau aux particuliers. Exposons en peu de mots nos idées sur ce sujet.

En Angleterre, les distributions gratuites d'eau sont à peu près inconnues, on achète l'eau comme chez nous on achète le gaz. L'eau étant un objet de première nécessité, l'abonnement est obligatoire *ipso facto*. En France, on se contente le plus souvent d'établir des fontaines sur la voie publique et l'on ne songe pas que ce système barbare impose à la population les frais de transport à domicile, qui s'élèvent pour Paris à plus de 4 millions, sans diminuer la dépense des conduites. La seule économie réalisée est celle des branchemens et des réservoirs particuliers qui sont peu dispendieux. Mais quelle différence dans les résultats ! Une eau abondante dans les maisons permet de laver les égoûts et d'assurer leur service. Saint-Etienne est dotée d'un réseau d'égoûts dont le développement excède 20,000

Furens refusaient d'acheter les eaux à ce prix, il serait facile de les jeter sur le versant du Rhône, en utilisant une chute de 360 mètres. Les 21 unités dynamiques qu'on obtiendrait en sus, couvriraient largement les frais de construction d'un aqueduc entre Saint-Etienne et Saint-Chamond.

(1) Il y a à Saint-Etienne 22,000 mètres de tuyaux pour le gaz. On pose en ce moment de nouvelles conduites (*extrà muros*).

mètres. Ces aqueducs qui ont coûté plus de 500,000 francs (1) ont été construits aux frais des propriétaires de maisons et payés comme les pavés, au moyen d'une taxe spéciale. Pourquoi ce procédé si simple ne serait-il pas appliqué à la distribution des eaux ? Chacun recevrait à domicile l'approvisionnement nécessaire à ses besoins, et le surplus disponible serait vendu aux établissemens industriels. La ville de Paris se procure ainsi un revenu de 521,995 fr. 55 (abstraction faite du produit des fontaines *marchandes*). Proportion gardée, Lyon réaliserait, annuellement par ces ventes, plus de 70,000 fr. et Saint-Etienne, plus de 20,000 fr. Dans cette dernière ville surtout, le manque presque total d'eau pendant l'été, amènerait un grand nombre d'abonnemens de la part des teintureries, des buanderies, des maisons de bains, etc. (2). Les ressources municipales couvriraient le surplus de la dépense, et les habitans pourraient être abreuvés gratuitement. En France, les revenus de l'octroi remplacent les taxes foncières dont les villes anglaises sont grevées au profit de la commune ou de la paroisse ; c'est donc aux impôts sur les consommations à subvenir aux travaux

(1) Les aqueducs-égoûts de Saint-Etienne ont $0^{m}65$ de largeur intérieure, les piédroits ont 0,50 d'épaisseur et 1 mètre d'élévation; une voûte à plein cintre de 0,325 de flèche, porte leur hauteur dans œuvre à 1,325. Ils coûtent 25 à 30 fr. par mètre courant. La ville de Lyon qui manque d'égoûts, ne pourra réaliser cette grande amélioration que lorsqu'il sera possible d'y introduire une masse d'eau suffisante pour les nettoyer. C'est par ce moyen qu'on est parvenu à entretenir en bon état les égoûts de Londres construits sous un sol horizontal.

(2) A Saint-Etienne, les risques d'incendie qui sont très-grands aujourd'hui à cause du manque d'eau, seraient fort diminués.

publics ; si ces impôts ne suffisent pas, on doit recourir aux taxes spéciales, obligatoires et non facultatives; sinon l'exécution abandonnée à l'industrie privée sera toujours plus ou moins imparfaite (1).

La ville de Saint-Etienne n'a pas, quant à présent, de revenu assez considérable pour aborder de grands travaux, eh bien ! en admettant que ces travaux soient exécutés, sans qu'elle y contribue, et en comptant pour rien l'abonnement des usines, etc., il n'en coûterait que 1 fr. 16 par tête et par an pour payer l'intérêt du capital (1,587,158 fr.) et 1 fr. 40 (0 fr. 027 par kilolitre), si l'on ajoute à ce capital les 300,000 fr. déjà dépensés en 1829-1830. A Lyon, ce chiffre serait de 1 fr. 50 par personne et par année (y compris les frais de distribution) ou de 0 fr. 052 par kilolitre.

Nous terminerons ce chapitre par quelques détails sur l'approvisionnement d'eau de plusieurs villes de France.

Si la ville de Paris, quoique dotée d'une assez grande abondance d'eau, est loin de jouir des mêmes avantages que Londres, nous avons en France un grand nombre de localités où l'eau distribuée avec parcimonie est encore plus chère qu'à Paris. Ces

(1) C'est ce qui arrive lorsque plusieurs compagnies desservent la même ville. Si l'éclairage par le gaz de la ville de Lyon avait été entrepris sur un plan général et pour un grand nombre de becs garantis d'avance par la ville, le prix d'abonnement par bec eut été beaucoup moindre que le prix actuel. Ce qui est vrai du gaz l'est à plus forte raison de l'eau dont on ne peut se passer.

localités sont celles où l'on a été forcé de recourir à la force de la vapeur. A Chaumont (Haute-Marne), une machine à vapeur de 8 chevaux élève en 24 heures à 80 mètres, 92 mètres cubes d'eau. Les frais d'établissement ont été de 160,000 fr. L'entretien annuel est de 6,000 fr. A Béziers (Hérault), une machine à vapeur peut fournir à $68^{m},54$ de hauteur, 242,450 litres d'eau en 14 heures de travail journalier ; la première mise de fonds a été d'environ 200,000 fr. Les frais d'entretien annuel de la machine pour la fourniture de 201,550 litres par jour montent à 11,074 fr. Le constructeur de ces deux appareils, M. Cordier, mécanicien à Béziers, vient d'établir à Narbonne (Aude), un système d'élévation d'eau, au moyen duquel 100 pouces (2,000 kilolitres par jour) sont distribués dans tous les quartiers de la ville. Le moteur est une roue à la *Poncelet* mise en activité par les eaux du canal de Narbonne. Moyennant 180,000 fr. de déboursés et une dépense annuelle qui n'excédera pas 5,000 fr., l'approvisionnement d'eau est assuré. A Toulouse, grâce à l'emploi d'un moteur hydraulique, un million de capital et 10,000 fr. d'entretien annuel suffisent pour élever à 20 mètres au-dessus de la Garonne et conduire sur tous les points 200 pouces (4,000 kilolitres) d'eau par jour. La ville de Marseille n'a pas craint d'entreprendre, à l'aide des seules ressources municipales, un canal de dérivation

(1) Les eaux du canal ou *robine* de Narbonne ayant beaucoup de vitesse, charrient une grande quantité de limon. D'après les observations continuées pendant six années par l'habile ingénieur, M. Laupies, la proportion moyenne des dépôts terreux est de 0,0126, ce qui nécessitera de vastes appareils de filtrage.

de la Durance, de 10 myriamètres de développement, dont la construction absorbera une somme de 15 à 20 millions. Ce canal amènera, au minimum, 5,75 mètres cubes par seconde à 150 mètres de hauteur au-dessus de la méditerranée. 1,200 pouces (24,000 kilolitres par jour) sont destinés à l'alimentation des fontaines publiques et des maisons particulières d'une cité de 154,055 habitans, banlieue comprise. En évaluant ces 1,200 pouces à 6 millions (1) et les frais de distribution à 2 millions de francs, on arrive à un capital proportionellement moindre que celui employé par la ville de Paris pour se procurer des eaux à un niveau beaucoup plus bas. La ville de Nîmes qui possède une source magnifique dont le produit est au minimum de 2,000 kilolitres par 24 heures, se propose de dériver pour ses besoins une partie des eaux du Gardon, au moyen d'un aqueduc qui aurait 12 à 15 kilomètres de souterrains. MM. Valz et Fauquier, auteurs du projet, ont offert à l'administration municipale de lui livrer 1,000 pouces d'eau à 20 mètres au-dessus des rues basses, moyennant un capital de 2 millions (2) et une annuité perpétuelle de 25,000 fr. On peut estimer 500,000 fr. les frais de distribution et 25,000fr. par an l'entretien, la surveillance, etc. Ce qui porte la dé-

(1) C'est environ le tiers des frais de construction du canal. Encore faut-il supposer, ce qui est fort douteux, que le produit des chutes d'eau et des irrigations équivaudra aux deux tiers de la dépense.

(2) Cette somme est bien minime si l'on considère les difficultés que présente un tunnel de 13,000 mètres creusé dans un terrain calcaire où l'on rencontre beaucoup d'eau. Que l'on consulte l'expérience acquise dans les percemens du canal de Marseille.

pense annuelle à 175,000 fr. A Lyon, une fourniture de 25,920 mètres cubes d'eau par jour à 155,60 mèt. au-dessus de la Saône coûtera (y compris les frais de conduites) 5,471,421 fr. d'établissement. L'entretien des travaux et l'intérêt des fonds formeront une charge annuelle d'environ 300,000 fr. à répartir sur une population agglomérée de 200,000 habitans.

En 1823, la ville de Grenoble (1) affecta 400, 000 fr. à une dérivation de 954 litres par minute, destinés à alimenter 45 fontaines publiques et 10 robinets. La conduite alimentaire a 3,200 mètres de longueur et $0^{m}275$ de diamètre. Elle se compose de 1,304 tuyaux réunis au moyen de 948 assemblages au mastic d'Aquin et de 346 assemblages compensateurs (avec le plomb). Cette conduite, d'après une expérience de M. Gueymard, débita presque exactement le volume d'eau indiqué par la formule de M. de Prony.

M. Joseph Kœchlin a publié dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* à (1831), un mémoire sur un projet de dérivation dans toutes les maisons de cette ville, des eaux de la source de Brunstadt, qui fournit 3,000 litres par minute. La dépense était évaluée à 350,954 fr. pour 4,400 mètres de conduite principale et pour 6,010 mètres de tuyaux répartiteurs. Nous ignorons si ce projet a été mis exécution.

La ville de Vienne (Isère), a utilisé de la manière la plus heureuse pour l'alimentation de ses fontaines, un aqueduc romain de 5,580 mètres de longueur, dont 220 mètres seulement ont été reconstruits. Voilà

(1) M. Gueymard, *Annales des Mines*, 1829.

un précédent remarquable, sans parler des aqueducs de Rome, en faveur du projet de restauration de l'aqueduc du Mont-Pilat.

Chapitre deuxième.

Barrage de la Loire. — Navigation Fluviale. — Arrosages de la plaine de Montbrison. — Etablissement et restauration des Aqueducs. — Alimentation du canal de Givors. — Résumé du projet. — Parrallèle entre les canaux et les rail-ways. — Des grandes lignes de chemins de fer.

L'idée de barrer le lit de la Loire par un ouvrage en maçonnerie de 34 mètres d'élévation, n'est point une idée chimérique et dont la réalisation présente de grandes difficultés : il existe des barrages de réservoirs d'une hauteur à peu près égale (celui de St-Ferréol a 31^{m} 35, celui de Couzon 30^{m} 50). Dans un travail remarquable sur l'emploi des eaux de la Neste, M. Montet, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, a proposé de fermer l'issue du lac d'Oredon (Hautes-Pyrénées), au moyen d'un mur de 60 mètres, pouvant être porté à 100 mèt. de hauteur. D'après le projet de M. Montet, le mur de 60^{m} doit avoir la forme d'un triangle renversé, dont le sommet sera en bas. Son épaisseur, au couronnement, sera de 10 mèt., au point correspondant à la plus grande hauteur et de 5 m. aux extrémités. L'épaisseur à la base du mur sera de 38^{m} et l'épaisseur moyenne

correspondant à la plus grande élévation, de 24^{m} ou des 2/3 de la hauteur. L'épaisseur réduite ne dépassera pas 17^{m} 67 pour une hauteur d'eau moyenne de 50 mètres (1). Les prises d'eau se feront par des tuyaux de fonte d'un mètre de diamètre fermés par des vannes de fonte, etc.

M. Vallée, inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées, à la suite de ses recherches sur l'aménagement des eaux du lac de Genève, n'a pas hésité à conseiller l'établissement d'un barrage de 29^{m} 26 de hauteur (2) pour faire disparaître la perte du Rhône et pour rendre ce fleuve navigable en aval de Genève sur 18 kilomètres. Il y aurait 15 écluses de 3 mèt. ou un puits-écluse de 50 mètres de chute. Ce dernier coûterait 200 mille fr. de moins que les 15 écluses et abrégerait le temps nécessaire pour le passage des bateaux. La dépense totale de ce barrage situé à *Malpertuis*, est évaluée à 2,500,000 francs.

Ce qu'un ingénieur du premier mérite juge parfaitement applicable au Rhône, peut à plus forte raison s'appliquer à la Loire, dont le volume d'eau est moins considérable. Les deux fleuves sont, du reste, dans des conditions semblables, et offrent les mêmes facilités d'exécution. Le premier s'est ouvert un lit à travers le calcaire jurassique, le second dans les roches granitiques, jusqu'à son entrée dans la plaine du Forez. De ce

(1) Le réservoir d'Oredon, dont la dépense est estimée 1,500,000 fr. par M. Montet, contiendra 30 millions de mètres cubes d'eau.

(2) Il y a près d'un siècle que l'ingénieur Céard avait proposé de construire sur le Rhône, au-dessus de Genissiat, un barrage de 63 mètres de hauteur. Voy. *Lalande (des canaux de navigation)*.

point à l'embouchure de l'Ondaine et au-dessus, la Loire coule, pour ainsi dire, entre deux murailles de granite. Sa largeur pendant l'étiage est réduite en quelques endroits à 45 mètres ; sa pente moyenne dépasse 3 millim. Depuis la *Roche-Morpiaure* jusqu'à l'Ondaine, sur 11,200 mètres de développement, la chute totale est de 54 mètres. Pour rendre la Loire régulièrement navigable dans cette partie de son cours, il faudrait 17 barrages de 2 mètres de chute, coûtant à 150,000 fr. l'un (écluses comprises), au moins 3 millions de francs, eh bien! un seul barrage dont la dépense s'élèvera au plus à 2,500,000 fr., peut transformer le lit du fleuve en un vaste lac, qui non-seulement sera d'une navigation facile sur toute sa longueur, mais dont les eaux fourniront encore une immense force motrice et des crues artificielles, propres à assurer périodiquement la descente des bateaux jusqu'à Roanne. Toutes les fois qu'on peut établir un gros mur sur des fondations solides, l'ouvrage entier est inébranlable, car les affouillemens ne peuvent s'opérer sur des roches aussi dures que la granite de la Loire. Pour amortir le choc des eaux tombant d'une hauteur de 54^{m}, une digue inférieure maintiendra un prisme d'eau morte sous la chute du barrage.

En admettant que l'effet utile des machines à colonnes d'eau soit de 0^{m} 60 de l'effet théorique (à Huelgoat on obtient 0,646), il faudra pour élever 0,70 d'eau par seconde à 150 mètres (soit 105 unités dynam.)

$54 \times 0{,}6 = 20{,}4$ et $\frac{105}{20{,}4} = 5{,}1471$ mèt. c. par sec.

Eau élevée.	0,7000
Volume total par seconde. .	5,8471

le débit de la Loire étant au *minimum* de 6 m. c., le service des machines ne sera jamais interrompu. Les 0^m 70 d'eau élevée à 150 mètres au-dessus du barrage, c'est-à-dire à 557 mètres de hauteur absolue, seront déversées dans un aqueduc en maçonnerie qui se développera sur les montagnes de Saint-Just, franchira en amont de la Fouillouse la vallée du Furens, au moyen d'un siphon en tuyaux de fonte, et suivra le coteau de la *Bertrandière,* jusqu'à l'Etra. Une chute de 15 mètres sera ménagée, sur ce point, pour approvisionner d'eau la ville de Saint-Etienne. 0^m c 60 produiront un effet utile de 5,4 unités dynam. représentant l'élévation de 0^m 10 à 54 mètres, hauteur correspondante à la cote 595. Le bassin du Château, à Saint-Etienne, exhaussé de 15 mèt. est coté 565 mèt. Les 452 pouces (0^m10), seront donc refoulés dans une conduite en fonte avec une pression égale à celle qu'exerce une colonne d'eau de 50 mèt. La distance étant de 6,000^m, c'est une inclinaison de 0^m 005. Le diamètre des tuyaux sera de 0^m 4026 leur poids de 151 kilog. et la dépense (pose comprise) de 50 fr. par mètre courant, ou de 300,000 francs.

De l'Etra, l'aqueduc se dirigera en côtoyant l'Ozon, sur le col de Sorbiers qu'il traversera à la cote 516^m, puis longeant la rive droite du ruisseau de Langonan, il arrivera au-dessus de Saint-Chamond, près de la *Philippière,* d'où ses eaux pourront être conduites, soit dans la vallée du Langonan, soit dans celle du Janon, pour l'alimentation d'un canal navigable, si jamais il s'exécute en amont de la ville de Saint-Chamond. Les 0^m 60 d'eau amenés par l'aqueduc seront partagés, par

moitié, entre la ville de Lyon et le canal (de St-Chamond ou de la Grand-Croix à Givors.) Les 0m 50 destinés à l'approvisionnement de Lyon seront jetés dans l'aqueduc romain, à partir de Langonan, et les 0m 50 réservés au canal seront reçus dans un bief d'usines ouvert à cet effet, ou dans le lit du Gier.

La quantité d'eau accumulée en amont des barrages sur la Loire, étant à peu près proportionnelle au carré de la hauteur des barrages, on comprend la nécessité d'une retenue de 54 mètres d'élévation contenant 22 millions de mètres cubes d'eau pour fournir des crues artificielles. Lorsque les bateaux partent à la *grande tenue* de 15 voies ou de 56 tonnes de houille, le niveau du fleuve s'élève à 0m 812 au-dessus de l'étiage, au ligéromètre du pont de Saint-Just ; à 0m 90 dans la plaine du Forez, et à 1m 10 à l'entrée du défilé des roches à Balbigny. Le débit de la Loire est alors de 150, de 174 et de 185 mètres cubes par seconde. Admettons, si l'on veut, 200 mèt. cubes. En abaissant de 16m le niveau de l'eau au barrage de la *Roche-Morpiaure*, le volume ajouté au débit de la rivière sera de 16 millions de m. c. Si la rivière roule 25 mèt. cubes, son débit pourra être porté à 200 m. c. pendant plus de 25 heures. Or, 12 heures suffisent pour descendre d'Andrézieux à Roanne. Ainsi, toutes les fois que la Loire donnera 25 m. c., c'est-à-dire pendant 200 jours de l'année, elle pourra être rendue navigable deux jours (de 12 h.) sur dix, et même quatre jours en réduisant à 6 heures la durée de chaque crue (1).

(1) La pente de l'Yonne entre Auxerre et Montereau, est de 0m00042 ; mais sur certains points, elle s'élève à 0m00142. On compte sur cette dis-

La navigation (1) descendante de la Loire entre Andrézieux et Roanne n'a rien perdu de son activité depuis l'établissement d'un chemin de fer latéral. On expédie annuellement des ports de St-Just et d'Andrézieux, chargés de 12 à 15 voies de houille (28,8 à 36 tonnes), 2,400 bateaux, terme moyen, portant ensemble 80,000 tonnes. Ces bateaux construits avec des bois de sapin provenant des montagnes qui séparent la vallée de la Loire de celle de l'Allier, coûtent ordinairement 500 fr., ils ont 25 à 28 mèt. de longueur de quille, 5^{m} 90 à 4^{m} 06 de largeur au milieu, et 1^{m} 10 à 1^{m} 30 de creux; leur tirant d'eau (à grande charge) est de 0^{m} 50, à 0^{m} 60. Il entre dans un bateau de grandeur moyenne 170 m. c. de planches qui avec les *râbles* et les *courbes* coûtent dans les forêts. . . . . 194 francs.

Transport à une distance moyenne de 25 kilomètres.	50
Clous, chevilles, mousse.	16
Loyer du chantier.	5
Main-d'œuvre.	35
Total.	500

tance (120 kilomètres) 69 baissiers dont la hauteur d'eau varie de 0,15 à 0,35 à l'étiage. Pour peu que les eaux soient basses, on ne peut les franchir qu'en lâchant deux fois par semaine, des retenues faites sur les affluens de la Haute-Yonne; la hauteur d'eau produite par les éclusées ou lâchures, est de 0,65 à Auxerre, de 0,50 à Joigny et de 0,24 à Montereau. Une éclusée ne dure par plus de 3/4 d'heure *(rapport de M. de Dalmatie sur l'amélioration des rivières,* 1837.) Les crues artificielles de l'Yonne sont créées au moyen des petits barrages des moulins.

(1) Dès 1665, une compagnie avait offert de rendre la Loire navigable et flottable, en descendant, depuis Monistrol jusqu'à Saint-Rambert, et en descendant et en montant, depuis Saint-Rambert jusqu'à Roanne. Cette soumission acceptée par arrêt du conseil du 25 février 1666 n'eut aucune

Deux hommes suffisent pour conduire un bateau entre Saint-Just et Balbigny. Il en faut cinq de Balbigny à Roanne, les frais de conduite sont dans ce moment, de 70 fr. par bateau, tout compris.

Une expédition annuelle de 2,400 bateaux représente une valeur en bois et en main-d'œuvre de 888,000 fr., il faut y ajouter le loyer des entrepôts de houille, le salaire des ouvriers occupés au chargement des bateaux, celui des bateliers en aval de Roanne, etc. On compte à Saint Rambert 500 à 550 charpentiers qui travaillent une partie de l'année, à la construction des bateaux et

suite. La navigation descendante ne commença qu'à la fin de 1705, après l'exécution des travaux entrepris par la compagnie Lagardette.

Voici un extrait des lettres-patentes accordées à Pierre Lagardette, pour l'*établissement de la navigation de la rivière de Loire au pays de Forez* (du 4 juillet 1702) : « Sa Majesté accorde à Pierre Lagardette la permission et faculté d'entreprendre et faire à ses frais tous les ouvrages nécessaires pour rendre la Loire flottable et navigable, depuis la ville de Roanne, en remontant vers sa source jusqu'à Saint-Rambert ou Monistrol, et au-delà, si faire se peut; permet, Sa Majesté, audit Lagardette, de creuser, élargir et redresser le canal de cette partie de ladite rivière, et faire tous les travaux et les ouvrages nécessaires pour la perfection de ladite navigation ; comme aussi d'abattre le moulin qui est au-dessus du château de la Roche avec sa digue, à condition de dédommager préalablement le propriétaire.... Enjoint, S. M., aux propriétaires des autres moulins, de livrer passages toutes fois et quantes qu'il sera nécessaire aux flottes de bois et bateaux, à condition de faire par ledit Lagardette, à ses frais, l'ouverture des digues et les pertuis convenables et commodes pour la facilité du passage.... ; permet, S. M., audit Lagardette de faire ouvrir à ses frais les minières de charbon de terre qui se trouveront hors et au-delà de la distance d'une lieue autour de la ville de Saint-Etienne en Forez, après néanmoins qu'il aura fait sommer les propriétaires de déclarer s'ils entendent en faire l'ouverture eux-mêmes pour les faire valoir, ce qu'ils seront tenus de faire dans un mois.... à leur refus, ordonne, S. M., que lesdites terres seront estimées, pour en être, ledit Lagardette, ses successeurs et ayant-cause, mis en possession et jouissance, après en avoir

un nombre à peu près égal de mariniers qui, dans l'état actuel, naviguent seulement 40 à 60 jours. On conçoit combien la perte d'une pareille branche d'industrie serait funeste au pays. Si les bois n'avaient plus ce débouché, les montagnes seraient bientôt dépouillées de toute végétation, au grand détriment des plaines envahies désormais par des inondations périodiques. Le maintien de la navigation fluviale est indispensable à l'existence du chemin de fer de Saint-Etienne à Andrézieux et peut même devenir utile au chemin de fer de Saint-Etienne à Roanne, lorsque le tarif des canaux

fait le paiement; a, S. M., déchargé et décharge les charbons de terre des minières du Forez, des droits de traite foraine, etc. »

Le tarif des droits de péage était fixé à la descente ou à la remonte, entre Saint-Rambert et Roanne, à 18 livres 15 sols par voie de charbon de terre, mesure de Paris (1,200 kil.); à 50 sols par poinçon de vin, jauge d'Orléans, etc.

Ces lettres-patentes furent enregistrées par arrest de la cour du Parlement (du 27 juin 1703), malgré l'opposition des habitans de St-Etienne, l'impétrant ayant consenti à ne tirer aucuns charbons de terre, dans l'étendue de deux lieues communes de France, aux environs de la ville de Saint-Etienne. Les travaux dont la dépense avait été estimée 716,000 livres (outre 12,000 livres d'entretien annuel) coûtèrent 628,490 livres. Le droit fut abaissé, dès le principe, à 110 fr. par bateau, mais la circulation annuelle ne fut que de 100 bateaux de 1705 à 1725. A cette dernière époque, la réduction du droit à 40 livres par bateau fit augmenter le nombre des expéditions qui s'élevèrent successivement à plus de 1,000 par an. De 1810 à 1817, le nombre moyen annuel atteignit 1708; de 1827 à 1831, il a été de 2430; en 1841, il est arrivé de Saint-Just ou d'Andrézieux à Roanne, 3,126 bateaux de houille, chargés moyennement de 34 tonnes (dans l'origine la charge n'était que de 18 à 20 tonnes). Le droit de navigation perçu au profit de l'état, à 1c5 par myriamètre et par tonne, a produit 14,060 fr. En 1840, le nombre des bateaux n'avait été que de 1,600 environ. Nous sommes redevables de ces derniers renseignemens à M. le receveur de la navigation, à Roanne.

latéraux à la Loire aura été réduit à 10 centimes (1) par myriamètre et par tonne. En ajoutant à ce prix 20 cent. de fret, la navigation des canaux sera moins coûteuse que celle de la Loire, et comme les bateaux venus d'Andrézieux chargent sur les canaux au moins 50 voies ou 72 tonnes, le chemin de fer effectuera la moitié des transports. D'un autre côté, la navigation fluviale en amont de Roanne n'en souffrira pas, car la diminution des frais amènera une augmentation correspondante dans la consommation qui est aujourd'hui de 150,000 tonnes et qui s'élèvera rapidement à 160,000.

Quant à la remonte des bateaux vides de Paris à Roanne, il est fort probable qu'elle n'aura jamais lieu. Cette remonte reviendrait à 150 fr. par bateau dont le prix de vente à Paris varie de 100 à 150 fr., et de plus le fret de Saint-Etienne à Roanne qui est aujourd'hui de 6 fr. 17 par tonne (2) pourrait s'élever à une somme

(1) Le droit actuel est, sur le canal latéral, de 20 c sur le canal de Roanne, à Digoin de 24; les deux tiers des transports s'opèrent encore par la Loire.

(2) Transport de Saint-Etienne à Andrézieux par le rail-way, 16 kilom. à 16c. . . . . 2f 56 par tonne.

Magasinage à Andrézieux, déchets.	1
Chargement dans les bateaux, à 1f par voie de 2 t. 4.	0 42
Descente d'Andrézieux à Roanne, 70 fr. sur 32 tonnes.	2 19
Total.	6 17

(Les bateaux ne perdent pas de leur valeur jusqu'à Roanne.)

Le transport par le chemin de fer de Saint-Etienne à Roanne coûte actuellement. . . . . 8f 79 par wagon de 3t.3

C'est, dans le premier cas, 0f076, et dans le second, 0f107 par tonne et kilomètre pour une distance commune de 81 kilomètres.

double lorsque la voie de fer n'aurait plus à lutter contre la voie fluviale. Or, cette lutte ne serait plus possible si les bateaux d'Andrézieux ne trouvaient pas d'emploi à Roanne, à cause de l'impossibilité de la remonte jusqu'à Andrézieux. Une autre raison qui milite en faveur de la navigation, c'est que le chemin de fer de Saint-Etienne à Roanne devant faire partie de la grande ligne centrale par la vallée de la Loire, un tonnage très-considérable en houille nuirait à la rapidité et à la régularité des transports de voyageurs.

La supériorité économique de la voie fluviale sur la voie de fer sera bien plus sensible après l'exécution du système que nous proposons d'établir pour l'aménagement des eaux de la Loire (1). Grâce aux crues artificielles et périodiques, les frais de magasinage et de chargement à Andrézieux seront supprimés, les bateaux partiront toujours à charge complète, la régularité des expéditions succédant à l'intermittence qui est maintenant l'état normal, amènera une diminution dans les prix de conduite et de fabrication des bateaux. Il sera facile de créer de nouveaux chantiers au *Pertuiset* sur la route de Firminy à Saint-Bonnet-le-Château, par laquelle les bois arriveront sur la Loire. Ce n'est pas élever trop haut le bénéfice résultant de toutes ces améliorations que de le porter à 2 f. par tonne, chiffre supérieur au montant du droit demandé (1 f. 80 par

(1) Nous nous hâtons de dire que la première idée de ce système appartient à M. Blondat, aujourd'hui ingénieur en chef du département des Basses-Alpes, dont le zèle et l'esprit fécond ont été généralement appréciés à Saint-Etienne.

tonne ou 20 cent. par myriamètre) entre Saint-Just et Roanne.

Le nouvel ordre de choses sera surtout profitable aux houillères situées à l'ouest de Saint-Etienne, dans les concessions de Firminy et Roche, de Montrambert, du Quartier-Gaillard, de la Beraudière, de Dourdel et Montsalson, du Cluzel, de Beaubrun, etc. Ces mines qui ont manqué jusqu'ici de moyen de transport, peuvent être desservies par deux rail-ways, tracés dans le vallon de l'Ondaine et dans celui de l'Izeron aboutissant à la Loire, le premier au *Pertuiset* ou à la Noirie, le second à Saint-Victor. L'inclinaison du sol étant dans le sens des transports, l'exploitation de ces chemins de fer construits avec des plans automoteurs, sera fort économique. Les difficultés de la navigation de la Loire entre la *Noirie* et St-Just, sont telles que la compagnie de Firminy a, pour ainsi dire, renoncé à ce mode de transport pour ses houilles. (Il ne descend guère maintenant que des bateaux vides et des trains de bois). Mais supposons le lit du fleuve métamorphosé en lac par le barrage de la *Roche-Morpiaure* et voyons quelles en seront les conséquences. La distance des mines de Firminy au pont du *Pertuiset* est de 4 kilomètres.

4 kilom. à 15 cent.	0 f. 60 par tonne.
Navigation du Pertuiset à Saint-Just.	0 50
Droit de péage, id. 14 kil. à 5 c.	0 70
Total par tonne. . . .	1 60

En passant par St-Etienne, les houilles de Firminy auront à payer après la construction du chemin de fer projeté par la vallé de l'Ondaine :

De Firminy à St-Etienne (à la Verrerie), 14 kilom. à 15 cent. (1), ci..	2 f. 10
De St-Etienne à Andrézieux 17 kil. à 16 c.	2 72
	4 82
Si le transport de Firminy à Saint-Etienne s'opérait par la voie de terre (à 35 c. par t. et k.) cette dépense s'élèverait à.	7 62
Tandis qu'en suivant la route de grande communication du Pertuiset, elle serait seulement de.	2 40
Différence.	5 22

Pour les mines de Roche-la-Molière qui expédient leurs produits à Saint-Just au prix de 4 f. 70 la tonne, la dépense serait après l'établissement du rail-way de Saint-Victor :

Rail-way, 6 kilom. à 15 c.. . . .	0 f. 90
Navigation, 6 k..	0 15
Droit de péage, 6 k. à 5.	0 30
	1 35

Economie, 3 f. 35.

Les houillères des environs de Saint-Etienne payent en général 2 fr. par tonne jusqu'au chemin de fer et 2 fr. 36 (16 kilom., à 16 c.) de Saint-Etienne à la Loire, en tout 4 fr. 36. Un grand nombre d'entre elles seront desservies directement par les deux rail-ways de Fir-

(1) Au lieu de 15c la compagnie Seguin demande pour ce chemin un tarif de 20 centimes par tonne et kilomètre.

miny et de Saint-Victor, et gagneront au moins 2 fr. par tonne.

Le barrage de la Loire ne sera pas moins utile à l'agriculture qu'à l'industrie. Sur la rive gauche du fleuve, s'étend une vaste plaine de 40 kilomètres de longueur et de 10 kilomètres de largeur moyenne. C'est la plaine de Montbrison qui devait être traversée par un canal étudié de 1822 à 1826 (1), mais dont la construction a été ajournée depuis l'établissement du chemin de fer d'Andrézieux à Roanne. En attendant, on pourrait créer une dérivation de la Loire susceptible de porter la fécondité sur 15,000 hectares de terres aujourd'hui peu productives. Cette rigole d'irrigation ayant sa prise d'eau à 18 mètres au-dessus de l'étiage *(à la Roche-Morpiaure)*, se développerait jusqu'aux abords de Montbrison. En portant sa hauteur au point de départ, à 50 mètres (2) (405 m. au-dessus de la mer), les eaux pour-

(1) M. Boulangé, ingénieur des Ponts-et-chaussées à Roanne, chargé de continuer les études de ce canal, a cru devoir changer le tracé adopté par MM. Nazeret, Pascal et Boisvilette. Il établit son canal sur la rive droite, au pied des coteaux qui bordent le fleuve, et pour une faible diminution de longueur, il renonce à l'avantage le plus important de cette entreprise, aux irrigations. Permis à M. Boulangé d'ignorer les besoins de l'agriculture; mais il devrait savoir que l'arrosage des terres peut très-bien s'opérer à l'aide d'un canal navigable. La *robine* de Narbonne dont la section est de 27 mètres carrés, débite moyennement 15 mètres cubes d'eau par seconde, ce qui n'empêche pas la circulation des bateaux et celle des barques de mer. Un canal à courant d'eau serait préférable dans la plaine du Forez à un canal ordinaire, même dans l'intérêt de la navigation, car le tonnage est presque tout entier à la descente.

(2) En faisant baisser de 4 mètres le niveau de la retenue produite par le barrage, on se procurera les 4,320,000 mèt. cubes nécessaires pour entretenir la navigation pendant 6 heures, indépendamment du volume d'eau fourni par le courant du fleuve.

raient être conduites, en franchissant le Furens, au moyen d'un siphon, jusque sur le plateau de Bouthéon (rive droite du fleuve), et 50,000 hectares se trouveraient compris dans la zone d'arrosage; en comptant seulement 5,000 hectares irrigués, lorsque la Loire fournirait plus de 12 mètres cubes par seconde (1), c'est-à-dire pendant les 4/5 de l'année, la plus-value qui en résulterait s'élèverait à 10 ou 15 millions, déduction faite des dépenses d'établissement des canaux.

Il faudrait presque renoncer à ces grands résultats et au barrage de la Loire, si l'administration autorisait des usines que des industriels ont le projet d'établir sur le fleuve à Saint-Victor. Les eaux d'une rivière navigable ne peuvent, il est vrai, sortir du domaine public; le gouvernement se réserve dans les ordonnances de concession, la faculté de rentrer en possession des eaux concédées temporairement, sans payer d'indemnité aux usagers, mais ceux-ci devraient être expropriés pour les constructions élevées par eux. Il existe, du reste, un moyen de concilier tous les intérêts. Ce moyen consiste à établir en amont de *la Noirie*, un barrage de 5^{m} 50 (2) ou deux barrages de 2^{m} 75 de hauteur, pour créer, au *Pertuiset,* un port d'embarquement ayant un

(1) Dans le midi de la France, on évalue à un mètre cube par seconde la quantité d'eau nécessaire pour arroser 1000 hectares; mais il est peu de canaux dont le service soit régulier. En 1841, le canal de Craponne qui arrose 13,400 hectares dans le département des Bouches-du-Rhône, a manqué d'eau pendant trois mois, par suite de l'encombrement de sa prise. (Ce canal est dérivé de la Durance.)

(2) Au-dessus de l'embouchure de l'Ondaine, la pente de la Loire est de 0,002. La distance de ce point au nouveau pont du Pertuiset est de 2,250 m.

mètre de profondeur d'eau. Une chute de 5m 50 produirait, pendant l'étiage, une force absolue de 55 unités dynamiques ou une force utile de 295 chevaux, plus que suffisante pour tous les besoins. Les constructeurs de ces barrages pourvus d'écluses, percevraient un droit de péage sur les marchandises transportées (5 cent. par tonne et kilom.)

Devis sommaire des travaux.

Le barrage de la Loire à la *Roche-Morpiaure* aura 60 mètres de développement à sa base, et 180 mètres au couronnement. Sa forme sera celle d'un arc de cercle de 1/20 de flèche. L'emplacement réservé aux machines à colonne d'eau occupera 20 mèt. de longueur; la partie du barrage servant de déversoir aura 160 mètres; en sorte que pour un débit de 4,000 mètres cubes par seconde (1), la lame d'eau passant sur ce déversoir aura moins de 5 mètres de hauteur. Dans les plus grandes crues, le niveau du fleuve, à la *Noirie,* ne dépassera que de 2 à 5 mètres celui qu'il aurait atteint, si le barrage n'eût pas existé. Pour fournir un volume d'eau de 200

(1) Débit de la Loire pendant la crue mémorable du 11 novembre 1790. A Roanne, selon M. Duplessy *(Statistique du département)*, il s'éleva à 8,224 mèt. c. Des jaugeages exécutés par M. Pascal, le 12 et le 13 août 1825, ont donné pour le volume des eaux de la Loire : au bac de Veauche, 9m07, à Roanne 7,56. Le 12 août 1833, à la suite d'une sécheresse extraordinaire, M. Belin, ingénieur du canal de Roanne, n'a trouvé, au pont de Roanne, que 5 mèt. cub.

Si l'on admet le même rapport qu'en 1825, le débit minimum du fleuve à Veauche serait de 6 mèt. cubes. Le 18 février 1841, la Loire s'est élevée de 5 mèt. au pont de Saint-Just, et de 6m60 à Roanne. La crue de 1790 fut de 8 mèt. à la Noirie.

mètres cubes par seconde, on placera dans le massif de la digue 20 tuyaux d'un mètre de diamètre fermés par des vannes en fonte ou par des robinets.

L'épaisseur réduite du mur supportant, dans les plus fortes crues, une charge moyenne de 26^{m} 50 de hauteur d'eau sera de 20 mètres. Le cube de la maçonnerie s'élèvera à 81,600^{m}, à 16 francs (pierre de taille comprise). 1,305,600

8 écluses accolées de 4^{m} 25 de chute, à 50,000 fr. 400,000

Indemnités aux propriétaires de terrains noyés et d'usines dont la chute sera annulée. 300,000

Filtres. 100,000

Tuyaux de décharge et travaux accessoires 194,400

Total. 2,300,000

Les indemnités pour expropriation de terrains et d'usines ont été portées à un chiffre qu'elles n'atteindront probablement pas. 100 hectares seulement, la plupart en rochers incultes, seront couverts par les eaux. Les 14 tournans de moulins à farine établis à *Chamousset,* à *Joanade* et à la *Noirie,* ne valent que 200 fr. de loyer chacun. Pendant l'étiage, les eaux du fleuve se clarifieront d'elles-mêmes par un repos de 48 jours. Suivant M. Dupasquier, 10 jours suffisent pour le dépôt des matières en suspension dans l'eau des rivières, en sorte que l'on pourra se passer de filtres toutes les fois que le dépôt du fleuve n'excédera pas 28,8 m. c. par seconde. Lorsque les eaux seront troubles, elles

passeront à travers des filtres construits dans le système de ceux de Greenock et agissant sous une pression de 20 mètres (1). Ces filtres pouvant se nettoyer presque instantanément, il suffira d'établir deux appareils isolés et indépendans dont le service sera alternatif de jour en jour, et, si l'on veut, d'heure en heure. Les eaux les plus limoneuses de la Loire ne renferment pas plus de 0,002 de parties terreuses ; c'est 5^{m} 04 sur 2,520 m. c. d'eau filtrée par heure. En supposant que le cube du sable contenu dans les bassins de filtration soit vingt fois plus considérable que le cube du limon, il faudrait employer dans chaque appareil 100,8 m. c. de sable. Les frais d'entretien de ce système seront presque nuls, cependant nous les porterons à 1 fr. par 1,000 m. c. d'eau filtrée. Lorsque les filtres seront en activité, une machine particulière élèvera l'eau filtrée à 20 mètres de hauteur, dans le réservoir d'alimentation des pompes. La puissance absolue des machines motrices à colonne d'eau sera :

(1) Cette pression est celle qu'exige le *filtre-Fonvielle* qui ; avec moins d'un mètre de surface, a clarifié 12,000 mèt. cubes d'eau de la Seine dans l'espace de huit mois, sans que la couche de sable ait été renouvelée (*Rapport de M. Arago à l'académie des sciences*). Le *filtre-Souchon* établi à la pompe Notre-Dame, à Paris, a 8 mètres de surface active. Quand l'eau de la Seine est peu chargée de limon, cet appareil fournit 1300 litres d'eau par minute, sous une pression de 0^{m}55. M. Souchon se sert de la laine *tontisse* (laine en suint), et il s'engage à filtrer l'eau de la Seine à 8 cent. le kilolitre au lieu de 17 c. 5 que la ville de Paris paie à la compagnie Fonvielle. M. Wicksteed, ingénieur des *water-works* de l'Est de Londres fait l'éloge du filtre-Souchon ; mais M. Grimaud de Caux, chargé de distribuer des eaux du Danube dans Vienne, prétend que la laine n'étant pas une substance inerte, son contact avec l'eau communique à celle-ci une odeur ammoniacale ; de plus, la matière se désagrège et est entraînée en filamens déliés visibles au microscope. (*Académie des sciences, avril* 1841.)

A la *Roche-Morpiaure*	175 unités dynamiques (1).
Id. (2e appareil)	175
Id. appareil pour les filtres.	25,53
A l'Etra.	9
Id. (2e appareil).	9
	391,53

Au lieu de 391,53, comptons 400 unités dynam. à. . . . . 2,000. . . . 800,000 fr.
Pompes à. . . 1,000. . . . 400,000

Total. . . . 1,200,000

La dérivation des eaux de la Loire aura depuis le barrage jusqu'au pont romain de Langonan, près de St-Chamond (2), 20 kilomètres de longueur d'aqueduc en maçonnerie et 2 kilom. de siphons en tuyaux de fonte. L'aqueduc en maçonnerie hydraulique se composera d'un radier d'un mètre d'épaisseur, de piédroits de 0m 65 sur 1m 30 de hauteur, surmontés d'une voûte à plein cintre de 0,40 de rayon, recouverte d'un mètre de terre. Sa largeur dans œuvre sera de 0m 80, sa pente étant réglée uniformément à 0m001, la vitesse moyenne de l'eau sera de 0m 88 pour un débit de 0m 70, et de 0m 86 pour un débit de 0m 60 par seconde. Dans le premier cas, l'eau s'élèvera à 0m 99 ; dans le second, à 0m. 87 de hauteur. 5m 5 de maçonnerie par mètre cou-

(1) La chute de 34 mèt. pouvant être rèduite par les lâchures à 17 mèt., les deux appareils fonctionneront alors simultanément.

(2) Cet aqueduc établi, dans tout son dévéloppement, sur les limites du terrain houiller, sera à l'abri des mouvemens du sol causés par les travaux des mines.

rant coûteront, à 10 fr. le mètre c.. . 55
Fouille, ciment, indemnités pour occupation temporaire du sol, ponts, etc. 20 } 75 fr.
soit pour 20 kilomètres 1,500,000 fr.

Les tuyaux de fonte destinés à débiter 0m70, avec une pente de 0m 005 auront, en se servant du coefficient adopté, 0m 876 de diamètre. Leur poids s'élèvera à 579 k. par m. courant à 51 f. 117f49
Prix de la pose évaluée à deux fois le prix ordinaire. . . . . 32 51 } 150 fr.
Et pour 2,000 m. 300,000 fr.

La conduite en fonte de l'Etra à Saint-Etienne, sera établie sous la route de grande communication de St-Héand à St-Etienne et sous la route royale de Roanne au Rhône. Avec une pression utile de 30 mèt. ou une inclinaison de 0m 005, cette conduite aura un diamètre de 0m 4026 donnant passage à 0m 10 par seconde. Poids du mètre linéaire 151 k. à 51 fr. . . 40f 61
Frais de pose. 9 39
50 00
Et pour 6,000 mètres 300,000 fr.

La restauration de l'aqueduc romain du Mont-Pilat entre le vallon de Langonan et Fourvières, exigera :

Siphons. — 5,000 mèt. (pente 0m 01) de tuyaux en fonte de 0m 5458 de diamètre pouvant débiter 0m 45, et pesant 195 kil., prix par mètre 78 francs 50 cent. (pose comprise).. . . . . 255,500 f.

Idem. 4,000 mèt. (pente 0m005) diamètre 0m 6249, poids 254 kil., à 93

Report.	235,500fr.
fr. 20.	372,800
Reconstruction et réparation de 43 kilom. d'aqueduc (1).	500,000
Frais divers et imprévus.	91,700
Total.	1,200,000fr.

Récapitulation des dépenses.

1° Barrage de la Loire.	2,500,000fr.
2° Aqueduc de la Loire à Langonan (1).	1,800,000
3° Conduite en fonte de l'Etra à Saint-Etienne	500,000
4° Rigole de Langonan à Saint-Chamond.	200,000
5° Restauration de l'aqueduc romain.	1,200,000
6° Machines hydrauliques. . . .	1,200,000
Total. . .	7,000,000fr.

Dépenses annuelles.

Entretien du barrage de la Loire .	30,000fr.
Id. des machines hydrauliques, 5 0/0. . . .	60,000
Id. des filtres.	10,000
A reporter. . .	100,000fr.

(1) Un aqueduc de 43 kilomètres ayant les dimensions de l'aqueduc romain, coûterait, à 60 f. le mètre, 2,580,000 fr. On réalise donc une économie d'environ 2 millions. La différence de niveau entre le pont de Langonon et Fourvières est de 100 mètres; les siphons absorbent une chute de 50 mèt. La pente moyenne de l'aqueduc est de 0,001163.

Report. . . .	100,000fr.
Salaire des mécaniciens et éclusiers..	15,000
Administration.	30,000
Dépenses imprévues.	17,000
	162,000

Ces dépenses seront couvertes par le produit des droits de navigation perçus, savoir : sur 20,000 tonnes de houille de la Noirie à Saint-Just, à 5 cent. par tonne et kilom. soit pour 12 kilom. . . . 12,000 f.

20,000 tonnes de Saint-Victor à St-Just (6 kilom). 6,000

De St-Just et d'Andrézieux à Roanne 20 c. par myriam. et par tonne; 80,000 tonnes à 1 f. 80. 144,000

162,000 f.

Quant à la répartition des dépenses d'établissement entre la ville de Lyon, la ville de Saint-Etienne, et la compagnie du canal de Givors, elle pourrait être faite d'après les bases suivantes. Les travaux généraux coûtant 5,300,000fr. seraient payés par chaque partie intéressée proportionnellement au volume d'eau concédé; les dépenses particulières aux localités resteraient à la charge de celles-ci.

Lyon.	5,300,000f × 0,4286	= 2,271,421 f.	3,471,421 f.
	réparation de l'aqueduc romain	1,200,000	
St-Etienne.	5,300,000 × 0,14286	= 757,158 f.	1,057,158 f.
	conduite en fonte.	300,000	
Canal.	5,300,000 × 0,4286	= 2,271,421	2,471,421 f.
	rigole de Saint-Chamond.. .	200,000	
	Total.		7,000,000 f.

Si l'exécution de l'entreprise était abandonnée à l'in-

dustrie privée, le prix des eaux pourrait être fixé d'après la force motrice produite par leur chute au point où elles seraient livrées aux villes ou au canal.

Tableau des pentes et des chutes de l'aqueduc de la Loire entre Saint-Just et Lyon.

	Pentes.	Chutes.	Hauteurs au-dessus de la mer.
	mèt.		mèt.
Origine de l'aqueduc.			557
De la Loire à l'Etra.	18	mèt.	539
Chute à l'Etra.		15	
De l'Etra au col de Sorbiers. . . .	8		516
Du col de Sorbiers au pont romain de Langonan.	4		512
Chute au pont de Langonan. . . .		114 40	397 60
Chute de ce pont à la tête du canal. .		47 83	349 77
Chute de St-Chamond à la Grand-Croix.		64	285 77
Chute de la Grand-Croix à Givors. .		133 52	152 25
Pente de l'aqueduc romain de Langonan à Fourvières.	100		297 60
Chute à Lyon.		135 60	162 00

Il résulte de ce tableau que la puissance motrice fournie par les eaux de l'aqueduc serait :

1° A Lyon : $0^m\ 30 \times 162^m = 40{,}68$ unités dynamiques.

2° A St-Etienne : chute à l'Etra $0^m\ 60 \times 15^m = 9$
Id. de l'Etra à la Loire $0^m\ 10 \times 173^m\ 37 = 17{,}337$ } 26,337 un. dy.

3° A St-Chamond : chute à Lang. $0^m\ 60 \times 68^m\ 64 = 68{,}64$
Id. de Lang. à la tête du can. $0^m\ 30 \times 47^m\ 83 = 14{,}349$ } 82,99

4° Canal de Saint-Chamond à Givors $0^m\ 30 \times 197^m\ 52 = 59{,}256$ id.

En évaluant le loyer des chutes d'eau, à Lyon, à 6,000 fr. par an et par unité dynamique (1), et à 5,000 fr.

(1) Une machine à vapeur à haute pression, de 10 chevaux (force plutôt au-dessus qu'au-dessous de la moyenne), coûte, pose comprise, 10,000 fr. Les frais annuels sont :

seulement sur les autres points, la ville de Lyon aurait à payer une annuité de. . . . . 244,000 f.

La ville de Saint-Etienne id. . . 79,011

Les usines de Saint-Chamond id. . 248,970

Le canal de Saint-Chamond à Givors id. 177,768

749,749

Ce produit paraîtra sans doute fort considérable, puisqu'il s'élève à plus de 10 pour cent de la mise de fonds, mais il faut considérer que sa réalisation ne peut être immédiate et que l'emploi des chutes d'eau de Saint-Chamond exigera beaucoup de temps. Toutefois, nous pensons que, grâce à la proximité du chemin de fer et du canal, ces chutes seront utilisées par des usines à fer, des aciéries, etc.; en thèse générale, ce ne sont pas les matières premières qu'il faut transporter vers les usines, mais les usines qui doivent être établies

	A St-Etienne.	A Lyon.
Intérêt à 5 pour cent du capital.	500fr	500fr
Entretien et renouvellement, 10 pour cent. . . .	1,000	1,000
Houille, 5 kilogr. par heure et par cheval 1,200 kil. par 24 heures, 372 t. en 310 jours de travail (la tonne coûtant 8 fr. à St-Etienne et 18 à Lyon.)	2,976	6,696
Deux mécaniciens (1 de jour et 1 de nuit). . . .	2,000	2,000
	6,476	10,196
ou par an et par cheval.	648	1,020
Le prix de location d'un cheval hydraulique, en comptant un effet utile des deux tiers de l'effet théorique, est de.	337	675

La vente de l'eau pendant 55 jours, pour les arrosages, etc., couvre l'entretien et l'intérêt des frais de construction des appareils hydrauliques. A Vienne, sur la Gère, des chutes d'eau moins régulières que celles dont il est ici question, s'afferment 400 fr. par force d'un cheval.

à côté des matières destinées à les alimenter. Une compagnie financière devrait, avant tout, traiter avec la ville de Lyon et avec la compagnie du canal de Givors. Leur abonnement suffirait pour la mise à exécution du projet. On a long-temps douté, parmi nous, du succès des entreprises d'éclairage par le gaz qui ont atteint aujourd'hui un haut degré de prospérité. Une entreprise de distribution d'eau à domicile ne peut que réussir (car l'eau est plus nécessaire encore que la lumière), à Lyon surtout où l'absence de fontaines publiques rend facile l'application du système anglais. La compagnie exécutante se chargerait certainement, moyennant une redevance déterminée pour chaque mètre cube d'eau, des frais de conduite et de distribution. L'approvisionnement serait constant et assuré; le service des moteurs hydrauliques est aussi régulier que celui des machines à vapeur; celles-ci sont même exposées à plus de chances d'accident, et dans tous les cas, il est impossible d'éviter, à Lyon, l'emploi des machines. Les eaux de la Loire y arriveront parfaitement pures et rafraîchies par un cours souterrain de 72 kilomètres.

La ville de Lyon possède dans M. le docteur Terme, un maire capable d'apprécier, sous le double rapport administratif et scientifique, les projets de distribution d'eau qui lui seront soumis. C'est à lui qu'il appartient de prendre l'initiative de cette grande opération si favorable aux nombreux habitans des quatre cités lyonnaises (1), et qui doit par l'alliance de leurs intérêts, resserrer de plus en plus les liens qui les unissent.

(1) S'il fallait une preuve nouvelle de l'utilité de cette association, nous la trouverions dans le programme de M. le maire de la *Croix-Rousse*, pour

C'est une couviction déjà ancienne chez nous que les chemins de fer sont préférables aux canaux même pour le transport des marchandises d'une faible valeur, telles que la houille, les mirerais, etc. En pareille matière, pour se prémunir contre l'esprit de système il faut se tenir le plus près possible des faits. Or, voici ce qui vient de se passer sous nos yeux : par un traité conclu à la fin de 1841, la compagnie du canal de Givors et celle du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, se sont engagées à partager leurs bénéfices, dans la proportion de 1/5 pour le canal et de 4/5 pour le chemin de fer. On entend par bénéfices tout produit réalisé après un prélèvement de 30 °/₀ pour le premier et de 70 °/₀ pour le second. La voie navigable exige de plus des frais de transport qui ont été évalués dans un mémoire publié en 1839 par les exploitans de mines à 3 c. 06 par tonne et par kilomètre entre Rive-de-Gier et Givors. Le droit perçu est de 7 c. par tonne et kilomètre : 50 °/₀ du droit = ... 2c10 ; Fret. . . . . 5c06 } 5c16 soit 0,50 environ de la dépense totale. Le chemin de fer réalise des profits importans sur le transport des voyageurs; mais réduit aux seules marchandises, il donnerait un produit relativement beaucoup plus élevé que son concurrent. Les frais d'entretien d'un canal ne s'accroissent pas

une fourniture de 2,500 hectolitres d'eau par jour répartis entre 15 bornes-fontaines. 2,500 hectolitres pour 20,000 habitans, c'est 12 1/2 litres par personne, et une grande partie de ce volume d'eau déjà si insuffisant se perdra sur la voie publique !

dans la proportion du tonnage, mais si ce tonnage est considérable, les moyens d'alimentation peuvent occasioner de grandes dépenses. En second lieu, le prix du fret augmente avec le nombre des écluses. Selon MM. Richard, de Saint-Chamond à Rive-de-Gier, le fret coûterait 5 c. 75 et par conséquent plus encore entre Saint-Chamond et Saint-Etienne. Admettons un prix moyen de 5 c. entre Saint-Etienne et le Rhône ou de 4 centimes si le canal est établi à grande section ; ajoutons 1 cent. de frais généraux (1) et comparons les résultats avec ceux que fournirait une voie de fer (abstraction faite du service des voyageurs). Celle-ci peut opérer les transports moyennant 6 c. par tonne et kilomètre, tout compris. Les dépenses d'établissement sont de 800,000 fr. par kilomètre pour le canal et de 200,000 fr. pour le rail-way. L'intérêt à 5 % de 600,000 fr. payé avec le produit *d'un centime* exigerait que le tonnage atteignît le chiffre de 3 millions de tonnes, circulation à laquelle la navigation la plus active ne saurait suffire.

Considérée comme grande ligne navigable du Midi au Nord de la France, le canal de la Loire au Rhône entre Givors et Roanne serait beaucoup plus utile que les deux lignes de la Garonne et de la Marne au Rhin entreprises récemment par l'état, puisqu'il établirait une communication, non interrompue, entre Lyon et Paris, entre le Rhône, la Loire et la Seine (2). Commu-

(1) Le canal transporte aujourd'hui environ trois cent mille tonnes, et ses frais généraux, à raison de trente pour cent du produit brut, s'élèvent à cent vingt mille francs. C'est plus de deux centimes par tonne et kilomètre.

(2) Le canal latéral au Rhône, dont la construction était mieux motivée que celle de la plupart des lignes entreprises par l'état, a été omis jusqu'à

nication qui n'a lieu aujourd'hui que d'une manière imparfaite, par l'intermédiaire de la Saône et de l'Yonne, rivière non navigable pendant une bonne partie de l'année, et par le canal de Bourgogne, dont l'approvisionnement d'eau n'est pas encore assuré (1).

M. Barreau, ingénieur des ponts-et-chaussées, vient de terminer l'étude complète du projet de canal de la Loire au Rhône par Saint-Étienne. Voici, sur ce projet, quelques renseignemens que nous devons à son obligeance. Le canal entre la Grand-Croix et Lafouillouse se composerait 1° d'un bief de partage de 6,895^{m} 80 de développement; 2° de deux lignes de 12,255^{m} 48 et de 6,958^{m} 60 sur les versans du Rhône et de la Loire; longueur totale 26,085^{m} 88. Il y a dans cette partie 5,220 mètres de souterrains (de 6 mètres de largeur), dont 2,544 mètre pour celui de Sorbiers. 47 écluses de 4^{m} sur le versant du Rhône, et 23 écluses de 3^{m} sur le

présent dans tous les travaux de canalisation du territoire. Etudié en 1822, par M. Cavenne, ce canal paraît être abandonné depuis qu'il est question de l'établissement d'un chemin de fer entre Lyon et Marseille. Une voie économique de transport est bien désirable pour suppléer à la navigation du Rhône qui coûte 16 à 20 centimes par bateaux à vapeur, et 12 à 16 centimes par le halage ordinaire.

(1) Le canal du Centre débouche dans la Saône, à Châlon, et se réunit au canal latéral à la Loire près de Digoin; mais il est soumis à toutes les intermittences de la navigation de la Saône. Un canal latéral à cette rivière entre Châlon et Givors ne coûterait pas moins qu'une voie navigable de Roanne à la Grand-Croix. Or, celle-ci desservirait le riche bassin houiller de Saint-Etienne, et offrirait une économie de parcours entre Givors et Digoin de 109 kilomètres, les longueurs respectives étant :

1° Par Lyon et Châlon.	de Givors à Lyon. . .	20	287 kilomèt.
	de Lyon à Châlon. . .	150	
	Canal du Centre. . . .	117	

versant de la Loire, rachètent une chute de 188 et de 69 mètres. Les eaux d'alimentation seraient amenées au moyen d'une rigole de dérivation de la Loire rendue navigable jusqu'à sa prise située sur la rive gauche du fleuve à 5 kilom. en amont de l'embouchure du Lignon. Cette rigole, après avoir franchi la Loire, près de *Confolens*, sur un pont canal, se développerait sur la rive droite jusque près d'Aurec d'où elle passerait en percement dans la plaine de Firminy. Un autre souterrain de 6 kilom. conduirait de la vallée de l'Ondaine dans celle *du Cluzel* en amont de Villars. La rigole se terminerait à la Terrasse dans le bief de partage, à 2,700 mètres de l'hôtel-de-ville de Saint-Etienne, après un développement de 44,526 mèt. 60 dont 11,500^{m} en percées. Les dimensions de ce canal calculées pour un débit de 1 à 2 mèt. cubes par seconde seraient de 10 mètres de largeur, au plafond, depuis *la Terrasse* jusqu'à l'entrée du tunnel *du Cluzel*, et de 5 mètres seulement sur le reste de la ligne sauf dans les parties souterraines où cette largeur serait réduite à 3 mèt. Le fond de la rigole serait horizontal de la Terrasse à Firminy, mais de ce point à la prise d'eau on lui donnerait une inclinaison de 0,0001 rachetée par de petits barrages à poutrelles. Les frais d'exécution de ce projet sont évalués, par M. Barreau, à 15 millions pour le

2° Par Saint-Etienne et Roanne.	de Givors à la Gd-Croix.	21	178 kilom.
	de la Gd-Croix à Roanne.	102	
	Canal de Roanne. . . .	55	

Le canal passant par Saint-Etienne offre de plus l'avantage d'utiliser dans toute son étendue la plus belle ligne navigable qui existe en France (361 kilomèt. de Roanne à Moret), et d'empêcher la ruine de la compagnie du canal de Roanne à Digoin.

canal et à 11 millions pour la rigole, en tout 24 millions de francs. Dans ce devis, les souterrains à grande section sont estimés 1,000 fr. et ceux à petite section 500 fr. par mètre courant.

M. Bergeron, ancien élève de l'école polytechnique, a attaché son nom à l'idée (jetée en passant par M. Burdin) d'un canal souterrain qui, partant d'Andrézieux, aboutirait près de Saint-Chamond à travers le bassin houiller de Saint-Etienne. La partie souterraine de ce canal aurait 16,000 mètres de longueur. M. Bergeron l'estime 800 fr. le mèt. courant. Cette évaluation n'est point admissible à raison des difficultés incalculables d'un pareil travail dans un sol sans consistance dont l'allure change à chaque pas. Sur le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, les percemens de Terre-Noire et de Rive-de-Gier n'ont que 5 mètres de largeur sur 5 d'élévation. Ils ont coûté environ mille francs par mètre (1). La dépense croissant dans un rapport plus grand que la section, une galerie de 6 mètres de largeur, nécessaire pour un canal de grande navigation, reviendrait à 2,000 fr. au moins (2), soit pour 16,000 mètres. . . . . 32 millions.

16,000^{m} de canal d'Andrézieux à la Grand-Croix, à 200 fr. 3 2

91 mètres de chute sur le versant du Rhône, à 15,000 fr. 1 6

(1) Onze ouvriers ont perdu la vie dans les travaux de percement de Terre-Noire.

(2) Le souterrain du canal de Bourgogne à Pouilly a coûté 1,900 fr. par mètre, celui de Saint-Cloud (rail-way de Paris à Versailles) 2,000 fr.; le tunnel de *Kilsby* sur le rail-way de Londres à Birmingham 4,650 fr.

Traversée de Saint-Chamond. . . 1

Canal d'Andrézieux à Roanne (devis de M. Boulangé). 15

Dépense totale. . . . . 50,8 millions

Ainsi, on dépenserait plus de 50 millions (1) pour avoir un long souterrain à une seule voie, dans lequel la navigation serait fort difficile et qui ne desservirait pas le point le plus important de tout le parcours, le bassin de Saint-Etienne dont les houilles devraient faire de longs détours pour gagner les deux issues du tunnel. Quant à l'assèchement des mines et à leur exploitation au moyen de petits canaux intérieurs, la plus légère connaissance des localités suffit pour démontrer l'impossibilité de ce système dont l'application exige des conditions qui ne se rencontrent point à Saint-Etienne. En effet, la plupart des couches de houille sont situées au-dessous du plan de flottaison du canal projeté, et l'inclinaison de ces couches, d'ailleurs fort irrégulières, est si variable (de 5 à 60 degrés) qu'une canalisation souterraine est tout-à-fait impraticable.

Cependant, trois missionnaires industriels ont passé la Manche pour étudier les travaux analogues exécutés de 1758 à 1797 par le duc de Bridgewater. On avait fait grand bruit des plans inclinés de Worsley et hier

(1) Nous ne mentionnons ici que pour mémoire un projet de canal horizontal de 18 kilomètres de longueur entre Roche-la-Molière et Saint-Chamond terminé par un plan incliné de 120 mètres de chute, et un projet de de rigole souterraine pour dériver les eaux de la Loire sur le versant du Rhône.

encore M. Bergeron en publiait une pompeuse description. Quelle a dû être la surprise de nos voyageurs en apprenant que ces plans inclinés n'existaient plus depuis long-temps et qu'ils n'avaient jamais fonctionné avec avantage (1)?

Revenons au projet plus sérieux de M. Barreau. Nous avons dit que cet ingénieur portait à 24 millions la dépense d'un canal de la Grand-Croix à Lafouillouse et d'une rigole navigable (à petite section) entre Beauzac et St-Etienne. Cette évaluation nous paraît trop faible à cause des percemens dans le terrain houiller. Les 5,670 mètres de grands tunnels (y compris 450 mètres pour éviter la traversée de Saint-Chamond n'ont été comptés que 1,000 fr. et le souterrain de Firminy au Cluzel que 500 fr. par mètre courant. Nous les évaluons, les premiers à 2,000 fr. et le second à 1,000 fr.; il en résulte un accroissement de dépenses de près de 7 millions et une dépense totale de 31 millions pour la partie du canal de la Loire au Rhône située entre la Grand-Croix et Lafouillouse. Nous croyons cette somme susceptible de réduction, si l'on adopte un autre système, qui est le complément de nos vues sur l'aménagement et la distribution des eaux de la Loire.

Le plafond du bief de partage de M. Barreau est à la cote 473^{m} 772 (2). Le point culminant du col de Sor-

(1) « Ces ouvrages grandioses et compliqués dont on peut contester l'uti-« lité réelle même à l'époque où ils ont été établis, sont aujourd'hui aban-« donnés. »

Lettre de M. le vicomte de Suleau (*Journal des Débats*, 6 mars 1842).

(2) D'après les nivellemens exécutés pour le projet du chemin de fer de Lyon à Marseille, l'étiage du Rhône à Givors est à 152^{m}25 au-dessus de la

biers est à 514^{m}. On peut facilement le réduire, par une tranchée, à 504. C'est donc pour éviter une chute de 50 mètres que M. Barreau a eu recours à un souterrain de 2,544 mèt. Nous établirons le bief de partage du canal à 504^{m} parce qu'il nous sera toujours facile de l'alimenter avec les eaux fournies par le barrage de la *Roche-Morpiaure*. La pente à racheter sur le versant du Rhône jusqu'à la Grand-Croix sera de 218 mètres. Sur le versant de la Loire, le canal descendra à la cote 407, puis, à partir de Lafouillouse, il se maintiendra sur le flanc des coteaux qui bordent la rive droite du Furens jusqu'à la *Quérillière*. La hauteur du chemin de fer de Roanne au sommet du plan incliné de la Quérillière est la même que celle des eaux de la Loire en amont du barrage. Le canal de la plaine du Forez pourra donc être mis en communication directe avec la

Méditerranée. Les chutes du canal de Givors et les opérations de M. Barreau donnent 522^{m}772 pour la hauteur du dé inférieur (est) de l'escalier de l'hôtel-de-ville de Saint-Etienne. Cette hauteur concorde, à très-peu près, avec celle qu'indique la pente du chemin de fer. Cette pente est, à partir du dé de l'hôtel-de-ville jusqu'au Rhône, de 370^{m}46. M. Gpdefin, géomètre en chef du cadastre, auteur d'une fort bonne carte du département de la Loire, donne des cotes plus élevées d'environ cinq mètres. Voici quelques points de repère autour de Saint-Etienne :

Hauteur du Furens à son embouchure (étiage). . .	365^{m}	632
Id. de l'Ondaine id.	407	087
Id. des rails du chemin de fer de Lyon (point de départ).	525	93
Id. au Pont-de-l'Ane.	515	21
Id. à Givors.	158	75
Id. du chemin de fer de la Loire à la bifurcation du Marest.	501	42
Id. à la Terrrase (intersection de la route royale). .	492	57
Id. au Porchon.	435	29
Id. à la jonction du rail-way de Roanne.	385	

Loire par un bief de 5,000 mètres qui servira à l'alimenter jusqu'à Balbigny. Les avantages de cette disposition seront nombreux :

1° Le développement du canal entre Lafouillouse et Balbigny sera diminué de 2 kilomètres (1) ; 2° on évitera de le placer, comme M. Boulangé a été forcé de le faire, au pied des balmes abruptes de Veauche, sur le bord et dans le lit même de la Loire ; 3° on pourra irriguer sur la rive droite du fleuve au moins 5,000 hectares de terres (2) ; 4° la ligne navigable sera prolongée de 17 kilomètres, c'est-à-dire jusqu'à l'embouchure de l'Ondaine, sans augmentation de dépense ; 5° on économisera les frais d'une rigole spéciale de dérivation de la Loire.

Le canal n'aura aucun souterrain, sauf peut-être dans la traversée de St-Chamond ; il suivra le cours de l'Ozon et du Furens, en se tenant à une certaine distance des mines, ce que M. Barreau n'a pu éviter dans le voisinage de la Chana. Le bassin houiller sera desservi par une ligne de navigation qui le circonscrira presque entièrement. Les deux rail-ways étudiés par MM. Gillet et Brun entre l'Ondaine et le Furens et un troisième chemin de fer de Saint-Etienne à la Loire (3) par Ro-

(1) Le canal se développera sans obstacle dans la plaine du Forez en suivant à peu-près le tracé du chemin de fer.

(2) « Si dans la confection des canaux de navigation, la pensée agricole se fut fait jour, n'aurait-on pas pu joindre aux dispositions qui se rapportent à la navigation, quelques moyens aussi d'utiliser les eaux pour des irrigations. Voilà, Messieurs, le point culminant de la culture. » *(Discours de M. Darblay, député.)*

(3) Ce chemin de fer construit avec des plans inclinés automoteurs serait d'un service fort économique. Il traverserait les concesssions de Roche-la-Molière, du Quartier-Gaillard, du Cluzel, de Dourdel et Montsalson.

che, serviront d'intermédiaires entre les mines et la ligne navigable.

Devis des Travaux.

Canal de la Grand-Croix à la *Quérillière,* et de la Quérillière à la *Roche-Morpiaure,* 55 kilomètres à 200 fr., ci.	7millions	
315 mètres de chute à 15,000 fr. . .	4	7
Traversée de Saint-Chamond. . . .	1	
Barrage de la Loire, sans écluses. . .	1	9
Machines hydrauliques et aqueduc de dérivation (1).	5	
Pont-canal sur le Furens, à la *Quérillière* (2)..	1	
Canal de la *Quérillière* à Roanne.. . .	12	
Total.	50millions	6

Ce chiffre de trente-un millions est susceptible de réductions notables, si notre système pour l'approvisionnement d'eau de Lyon et de Saint-Etienne est exécuté, et si l'on tient compte de la plus value qu'en recevront les canaux de Givors (3), de Roanne à Briare et de

(1) La force motrice fournie par le barrage de 34 mètres, pendant l'étiage, permettrait d'élever un mètre cube par seconde à 5 mètres au-dessus du bief de partage, c'est-à-dire à la cote 509. Le canal ne dépensera pas un mètre cube d'eau par seconde même avec la navigation la plus active, attendu qu'il recevra à la Grand-Croix les eaux de Couzon et celles de la Loire à la Quérillière.

(2) Ce pont-canal pourrait être remplacé par un bief de 4 kilomètres de longueur (entre la Quérillière et la Fouillouse) dont la construction ne coûterait que 800,000 fr., mais il en résulterait un prolongement de parcours de 8 kilomètres pour les houilles dirigées de Firminy ou de Saint-Victor sur Roanne.

(3) L'alimentation du canal de Givors, lorsqu'il recevra les houilles ame-

Briare à la Seine. Les élémens de ce devis n'offrent point d'inconnue et peuvent être appréciés avec une rigoureuse exactitude. La longueur du canal et de la partie canalisée du cours de la Loire étant de 119 kilomètres (121 kilomètres jusqu'au *Pertuiset*), la dépense n'excède guère 250 mille francs par kilomètre. Elle a été de 800 mille francs sur la ligne de Rive-de-Gier à la Grand-Croix, et elle s'élèverait au moins à ce taux entre la Grand-Croix et Saint-Chamond. Ce dernier projet est donc inexécutable si la ligne navigable n'est pas continuée jusqu'à la Loire, car les eaux d'alimentation du canal de Saint-Chamond coûteraient presque autant que celles d'un canal à point de partage (1).

Le canal de la Loire au Rhône par Saint-Etienne, établissant la communication hydraulique la plus directe entre les bassins du Rhône, de la Loire et de la Seine, offre un très-grand intérêt national, et son exé-

nées de Saint-Etienne par le chemin de fer, exigera au moins 0,50 mètre cube par seconde. Le Gier pendant trois mois d'été ne fournit pas au-delà de. 0m c.10

Le réservoir de Couzon id. 0 20

La quantité d'eau nécessaire à l'entretien de la navigation est donc de 0m20 au moins; nous l'avons portée à 0m30 pour subvenir à tous les besoins. On a dit que le tunnel de M. Bergeron créerait sur le versant du Rhône une immense force hydraulique, mais le volume d'eau qu'on peut dériver de la Loire est limité; la force motrice réclamée par l'industrie locale l'est encore plus. Si l'on veut absolument un souterrain, nous offrons le moyen de le réduire à 10 kilomètres de longueur, en l'établissant à la hauteur du barrage de la Loire.

(1) M. Barreau faitremonter la navigation jusqu'à la prise d'eau de sa rigole alimentaire; mais en amont de Firminy, cette navigation n'offre plus qu'un faible intérêt. La rigole étant à petite section, le prix du fret serait augmenté entre Firminy et Saint-Etienne.

cution doit être mise, par conséquent, à la charge de l'Etat. Il ne serait peut-être point impossible de percevoir, sur la ligne entière de Givors à Roanne, une somme de deux millions représentant l'intérêt du capital et les frais d'entretien ; mais il faudrait recourir à un tarif assez élevé qui ôterait au canal sa prééminence sur les lignes navigables parallèles et sur les chemins de fer (1). Le gouvernement seul peut entreprendre avec fruit ce travail qui rendra productifs les canaux latéraux à la Loire et vivifiera une grande partie du territoire. L'Etat n'est point, comme les compagnies particulières, dans la nécessité de retirer de ses avances un intérêt immédiat ; l'accroissement de la richesse publique, les progrès de l'industrie, le bien-être général doivent être le but constant de ses efforts. C'est ainsi qu'il a construit les canaux d'Arles à Bouc, de Nantes à Brest, du Nivernais, latéral à la Loire, etc., dont les produits ne couvrent pas même les frais d'entretien (2).

En fixant le tarif du canal de la Loire au Rhône au taux uniforme de 20 centimes par myriamètre et par

(1) Pendant le 2me semestre de l'exercice 1841, le transport des charbons et marchandises a produit sur le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon 1,696,242fr. Les deux rail-ways de Saint-Etienne à Andrézieux et à Roanne font une recette annuelle d'environ 600,000 fr. Pendant le 2me semestre 1841, le rail-way de Saint-Etienne à Lyon a transporté 270,237 t. de houille.

Le rail-way d'Andrézieux (1841).		73,502
de Roanne	id.	49,359

(2) La recette du plus productif des canaux de l'état, du canal du Rhône au Rhin, n'a été, en 1841, que de 555,575 f. Cette somme a été absorbée en grande partie par les dépenses d'entretien (les frais d'établissement ont été de 30 millions). Le canal du Languedoc qui a près de deux siècles d'existence ne rapporte que 2 à 3 °/o ; en Angleterre même, le produit moyen des canaux est au-dessous de 5 °/o.

tonne, la perception annuelle sera, entre Givors et Roanne :

Sur le versant du Rhône. Parcours moyen de 50 kilomètres, 60 c. par tonne, et pour un million de tonnes, ci. . . . . 600,000fr.

Sur le versant de la Loire. Parcours moyen, 90 kilom. à 1 f. 80 c., et pour 200 mille tonnes. 360,000

Transit de Givors à Roanne cent mille tonnes à 2 f. 46 c.. 246,000

Produit du canal de Roanne à Digoin et du canal latéral pour une circulation moyenne (1) de 250 mille tonnes, transit compris, à 5 f. 06 c. 1,265,000

Augmentation du tonnage des canaux de Briare et de Loing, cent mille tonnes, transit compris, sur 108 kilom. . . 216,000

2,687,000

Dépenses d'entretien du canal de la Loire au Rhône. 687,000

Bénéfice. . . . . 2,000,000fr.

Pour arriver à ce résultat, le gouvernement devrait

(1) Les canaux de Roanne à Briare ne sont pas fréquentés aujourd'hui parce qu'il est plus économique de faire naviguer les bateaux descendant de Saint-Just, sur la Loire que sur les canaux. Après l'établissement de la ligne de Givors à Roanne, la navigation fluviale cessera à cause de la réduction du fret entre Saint-Etienne et Roanne, de 6 f. 17 et de 8 f. 79 (prix de la Loire et du chemin de fer) à 3 f. 60 par tonne, y compris 1 f. 80 de droits. Un des résultats de cette diminution sera l'accroissement du tonnage qui suivra toute la ligne des canaux parce que les barques d'un grand tirant d'eau ne pourront entrer en Loire.

acheter par voie d'expropriation, les canaux appartenant à des compagnies. Cette expropriation offrirait peu de difficultés pour le canal de Givors dont le revenu décennal est bien connu (1). Mais quelle base adopter pour le canal de Roanne à Digoin dont les produits ne paient pas les dépenses annuelles? C'est une question que nous ne voulons pas examiner. Nous constatons seulement que la situation financière des canaux en aval de Roanne sera complètement changée. Objectera-t-on que la ligne du Rhône à la Loire causera un certain préjudice à celles du Centre et de Bourgogne (2)? Mais sur celles-ci le transit des marchandises est presque nul à cause de l'intermittence de la navigation sur la Saône et sur l'Yonne; leur tonnage ne se compose guère que des produits locaux. Dira-t-on que le canal de Givors à Roanne pourrait être remplacé par la Saône canalisée ou par un canal latéral à cette rivière entre Châlon et Givors ? Mais ce canal dont le développement ne serait pas au-dessous de 150 kilomètres, coûterait

(1) Depuis 10 ans les actionnaires du canal de Givors n'ont pas touché plus de 4 °/o annuellement sur un capital de 6 millions. (Les six mille actions valent 800f. chacune). En ajoutant à cette somme les 3 millions empruntés, le canal peut être évalué à 9 millions, ce qui porterait à 40 millions la dépense totale de la ligne de Givors à Roanne. Il faudrait, il est vrai, ajouter à ce chiffre à peu près 1 million pour l'élargissement des écluses de Givors au Sardon; mais d'un autre côté nous ne comptons pas le produit des arrosages et des chutes d'eau.

(1) La longueur du cours du Rhône et de la Saône entre Givors et Châlon est de 170 kilom., savoir :

De Givors à Lyon.	20	kilomètres.
Traversée de Lyon.	4	
De Lyon à Châlon.	146	
Total	170	

au moins autant que celui de Givors à Roanne. Le tonnage ne serait pas, à beaucoup près, aussi considérable de la Saône à la Loire que de la Loire au Rhône, puisque les houilles de St-Etienne dirigées sur Paris, par Lyon, auraient à parcourir un excédant de longueur de 181 kilom. Quant à la canalisation de la Saône au moyen de barrages, elle n'est guère praticable à cause de la navigation à vapeur que ces barrages entraveraient.

Tableau comparatif des trois lignes navigables de Givors à Paris.

I. LONGUEURS.

	CANAUX.	RIVIÈRES.		TOTAUX.
1° Canal de la Loire au Rhône.	484kilom.	kilom.	86kilom.	570kilom.
2° Canal du Centre.	423	170	86	679
3° Canal de Bourgogne. . . .	242	222	193	657

II. TEMPS EMPLOYÉ (1).

1re ligne.	32jours.	jours.	2jours.	34jours.
2e ligne..	28	11	2	41
3e ligne..	16	15	4	35

III. PRIX DU FRET (PAR TONNE) (2).

1re ligne.	24f.20		4f.30	28f.50
2e ligne.	21 15	17f. »	4 30	42 45
3e ligne.	12 10	22 20	9 65	43 95

	1re LIGNE.		IIe LIGNE.		IIIe LIGNE.	
	Jours.	Prix.	Jours.	Prix.	Jours.	Prix.
De Givors à Paris.	34	28f.50	41	42f.45	35	45f.95
De Paris à Givors.	38	32 80	38	38 25	33	42 50

(1) On suppose que la vitesse moyenne du transport est de 15 kilomètres par jour sur les canaux, de 10 kilom. à la remonte des rivières et de 50 à la descente.

(2) Les droits de péage et le fret sont évalués 5c par tonne et kilomètre sur les canaux et à la descente des rivières (10c à la remonte).

La ligne de la Loire et du Rhône procurerait une économie de 12 fr. 57 à la descente et de 9 fr. 70 à la remonte.

La plus grande partie du tonnage étant à la descente, le bénéfice s'élèverait à près de 12 fr. par tonne, ce qui, pour cent mille t. seulement, représente une somme annuelle de 1,200 mille fr. La durée du trajet serait à peu près la même dans les trois directions, si les canaux de Bourgogne et du Centre n'étaient pas exposés à manquer d'eau pendant l'été, et si la Saône et l'Yonne étaient toujours navigables. Comme il n'en est point ainsi, les transports s'effectueraient plus rapidement sur la ligne de Saint-Etienne, qui éviterait au commerce l'inconvénient très-grave des chômages sur les canaux et de l'interruption fréquente de la navigation fluviale.

Le bassin houiller de Saint-Etienne retirera de grands avantages de l'exécution du canal de la Loire au Rhône. Ces avantages tourneront au profit des consommateurs. La partie la plus riche de ce bassin située à l'ouest de la ville de St-Etienne, est maintenant privée de débouchés. Au moyen de deux chemins de fer construits dans les vallées de l'Ondaine et de l'Izeron, la houille serait transportée sur les bords de la Loire, devenue un des biefs du canal.

De Firminy au *Pertuiset*, 4 kilom. à 15c.	0fr.60	4f 34
Du Pertuiset à la Fouillouse, 23 kil. à 2c	0 46	
De la Fouillouse au Rhône, 47 kilom, à 4c	1 88	
Droit de péage, 70 kilom. à 2c.	1 40	

Par les rails-ways :

De Firminy à Saint-Etienne. 14kilom. à 15c . . .	2fr.10	5f.73
De Saint-Etienne au Rhône. 37 à 9c8 . . .	3 63	

Entre Firminy et Roanne, la différence à l'avantage du canal serait encore plus grande.

1° De Firminy au Pertuiset	0fr.60		
Du Pertuiset à Roanne, 91kilom. à 2c . . .	1 82	4fr.24	
Id. droit. . . . 2c. . . .	1 82		
2° De Firminy à Saint-Etienne.	2fr.10		
De Saint-Étienne à Roanne (prix moyen de la navigation fluviale et du rail-way)	7 48	9fr.58	

Le principal mérite du canal serait de rendre le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon à sa véritable destination, qui est le transport rapide des voyageurs et des marchandises précieuses.

Depuis qu'il s'agit d'établir un réseau national de chemins de fer, les départemens, les arrondissemens, les communes se disputent à l'envi la possession des grandes lignes.

Aux yeux de M. Cordier, ingénieur distingué, mais député du Jura, le premier rail-way est celui de Paris à Lons-le-Saulnier. Pour M. E. Teisserenc (1), le rail-way d'Orléans à Toulouse par Vierzon, Limoges et Cahors, est la ligne vertébrale de la France. Dans cette question vitale, nous aussi nous serons de notre pays, mais en donnant à ce mot sa signification la plus large.

Il existe en France, au midi de Paris, un groupe de cités industrielles qui comptent ensemble plus de 500 mille habitans (2). Au premier rang de ces villes se pla-

(1) Auteur de publications estimées sur les chemins de fer de Belgique et d'Allemagne.

(2) Lyon.	205,962	
Saint-Etienne . . .	72,120	
Rive-de-Gier. . . .	11,543	324,829
Saint-Chamond . .	8,204	
Givors	7,000	
Vienne	20,000	

cent Lyon et St-Etienne, métropoles de l'industrie française, dont les produits alimentent le monde entier.

Cette active population double presque dans un tiers de siècle, elle est la force et l'honneur du pays. Pourtant le gouvernement n'a rien fait pour elle. Le Rhône, la Saône et la Loire sont encore presque dans l'état de nature, et dans cette contrée féconde, on cherche vainement la trace de quelque grand travail exécuté par l'Etat (1). Un projet de loi vient d'être présenté à la chambre des députés pour l'établissement aux frais du trésor de 2,400 kilomètres de rail-ways; mais au lieu d'exécuter une ou deux *lignes continues*, on éparpille les crédits sur quelques tronçons dont le tracé n'est même pas définitivement arrêté. L'exemple que nous donnent les autres peuples est donc perdu pour nous.

L'Autriche construit une grande croix de chemin de fer de Varsovie à Munich, et de Trieste à Dresde. La Prusse réunit Berlin aux provinces Rhénanes; la Russie comble l'intervalle qui sépare ses deux capitales; l'Angleterre et la Belgique sont couvertes de voies de fer; La France seule semble vouloir recommencer la triste expérience des canaux votés en 1821 et 1822. Des centaines de millions furent alors consacrés à la création d'un grand nombre de lignes souvent parallèles entre

(1) Nous ne pouvons regarder comme un véritable encouragement l'aumône de quatre millions accordée en 1840 à la compagnie du chemin de fer de Roanne. Ce secours est insuffisant pour compléter la ligne de Roanne à Lyon, seule mesure qui puisse assurer la prospérité de cette compagnie.

elles (1), qui aboutissent à des rivières non navigables et sont par conséquent frappées de stérilité.

Les chemins de fer doivent avant tout, traverser un pays riche, peuplé, et desservir de grands centres de population. Un chemin de fer sans grandes villes, est comme un fleuve sans affluent; il se dessèche à sa source.

« La ligne de Paris à Lyon, a dit le ministre des travaux publics, pourrait également suivre la direction du Bourbonnais ou de la Bourgogne; mais *sans parler des plus grandes difficultés d'art* qu'il y aurait à vaincre sur la ligne de la vallée de la Loire, il nous paraît que le plus grand intérêt du pays demande l'adoption de la ligne par la Bourgogne. De ce côté se trouvent, en effet, des *populations plus nombreuses* et par suite un *plus grand mouvement* d'affaires. »

Les trois motifs de la préférence accordée à la ligne de Bourgogne sont :

1° *De moindres difficultés d'art* (2). Les bords de la

(1) Les canaux de Bourgogne, du Nivernais, du Centre et latéral à la Loire desservent la même ligne. Au lieu de construire un canal latéral au Rhône, on en a établi quatre presque parallèles à la Loire. Le canal de la Loire au Rhône ne serait qu'une prolongation de la plus importante de ces lignes navigables.

(2) D'après le compte rendu des ponts-et-chaussées du 31 décembre 1835, le chemin de fer de Paris à Lyon, étudié dans la vallée de la Seine (par Corbeil, Melun, Montereau, Troyes et Dijon) aurait 508,303 mètres de développement jusqu'à sa jonction avec le rail-way de Saint-Etienne dans la presqu'île Perrache); 9,956 mètres de souterrains, y compris le tunnel de Saint-Irénée de 1,933 mètres; 1033 mètres de viaducs; quatre grands ponts sur la Seine et sur l'Yonne; les pentes s'élèveraient jusqu'à 0,0065. Ce tracé, dit le *compte-rendu*, présenterait de grandes difficultés sur les bords de la Saône et dans la vallée de la Seine, surtout au-dessous de l'embouchure du

Saône entre Lyon et Châlon exigeront au contraire d'immenses travaux pour la traversée des villes dont la Saône baigne les murs; les terrains y sont d'un prix très-élevé, ainsi que sur les bords de la Seine. Entre Châlon et le bassin de la Seine, on rencontre une ligne de faîte que le canal de Bourgogne n'a pu franchir à la hauteur de 384 mètres au-dessus de la mer, qu'à l'aide d'un souterrain de 3,353 mètres, dont la dépense s'est élevée à près de sept millions. Dans la vallée de la Seine, les obstacles ne seront pas moindres que dans celle de la Saône, à cause de la nature du sol (1). Ce n'est pas tout, le chemin de fer de Bourgogne devant être prolongé sur Marseille, nécessitera une traversée de Lyon, au moyen d'nn tunnel de 1,500 mèt. sous le coteau de la *Croix-Rousse* ou de 1955 mètres sous la montagne de Saint-Irénée; il faudra de plus une gare en amont de

Loing. A la vérité, un autre tracé par le plateau de la Brie serait plus court que le précédent de 17,810 mètres et coûterait 11 1/2 millions de moins, mais il n'utiliserait pas le chemin de fer de Paris à Corbeil qui a absorbé une somme de 14 millions.

« Pour la ligne de la Bourgogne (exposé des motifs du 7 février 1842) trois directions différentes ont été indiquées, l'une par la vallée de la Seine, l'autre par la vallée de l'Aube et la troisième par la vallée de l'Yonne. La ligne de Dijon à Châlon est commune à tous les projets. Toutefois, à partir de Châlon; une navigation très-active par bateaux à vapeur existant entre cette ville et Lyon, nous pensons que l'on peut sans inconvénient ajourner la partie de Châlon à Lyon. »

Le chemin de fer latéral à l'Yonne et à l'Armançon aurait au moins 560 kilom. Celui de la vallée de la Seine est plus central, mais l'un et l'autre sont inférieurs au tracé par la vallée de la Loire qui est de plus éminemment stratégique.

(1) La constitution géologique du sol dans le bassin de la Seine a beaucoup accru le chiffre des dépenses des chemins de fer de Paris à Versailles et de Paris à Orléans.

Lyon pour le service du chemin. (La gare de Perrache, lorsqu'elle aura reçu les améliorations qu'elle réclame, reviendra à plusieurs millions.)

En utilisant les chemins de fer établis de Lyon à Roanne, et Paris à Orléans, la ligne à établir n'a que 520 kilomètres de développement, elle suit constamment la vallée large et facile de la Loire, sans souterrains, sans travaux d'art dispendieux.

2° *Des populations plus nombreuses ?*

Population (1) *des départemens et des villes desservis par le chemin de fer.*

De la Bourgogne.		Du Bourbonnais.	
	1° *Départemens.*		
Ain.	346,188	Loire.	434,082
Saône-et-Loire. .	538,507	Saône-et-Loire. .	538,507
Côte-d'Or. . .	385,624	Allier.	309,270
Aube. . . .	253,870	Nièvre.	297,550
Seine-et-Marne .	325,881	Cher.	276,853
		Loiret.	316,189
		Seine-et-Oise. . .	449,582
Totaux. . .	1,850,070		2,622,033
	2° *Villes (ayant plus de* 2,000 *hab.)*		
Corbeil. . . .	3,690	Corbeil.	3,690
Melun. . . .	6;846	Etampes. . . .	7,896
Montereau. . .	4,000	Orléans.	40,272
Nogent. . . .	3,500	Jargeau. . . .	2,500
Troyes. . . .	26,000	Châteauneuf. . .	4,500
Bar-sur-Seine. .	2,500	Gien.	5,330
Châtillon. . .	5,000	Briare.	2,500
Dijon. . . .	24,817	Cosne.	6,212
Châlon. . . .	12,400	Pouilly.	2,500

(1) Ces chiffres sont ceux du recensement de 1836. Pour le département de la Loire, on donne les résultats du recensement de 1841.

Tournus. . .	5,000	La Charité. . .	6,000
Mâcon. . . .	11,944	Nevers.	16,967
Trévoux. . . .	2,559	Decize.	3,000
		Bourbon-Lancy. .	2,500
		Digoin.	3,000
		Marcigny. . . .	2,500
		Roanne.	11,330
		Feurs..	2,500
		Montbrison (1). . .	7,054
		Saint-Etienne. . .	72,120
		Saint-Chamond. .	8,204
		Rive-de-Gier. . .	11,543
		Givors.	7,000
Totaux. . . .	108,256		229,118

3° *Un plus grand mouvement d'affaires ?*

Comment ! Les populations agricoles de l'Ain, de la Côte-d'Or, de l'Aube, donneront lieu à des relations plus nombreuses que les populations industrielles de la Loire, de la Nièvre, du Cher, du Loiret ? Les villes de Mâcon, Châlon, Dijon, Troyes peuvent-elles être comparées à Saint-Etienne, Rive-de-Gier, Roanne, Nevers, Orléans ? Evidemment, la comparaison est impossible.

Le développement du chemin de fer de Paris à Lyon par la vallée de la Loire, serait de 580 kilomètres, savoir :

De Paris à Orléans. . . .	118	
D'Orléans à Roanne . . .	320	580 kilomètres.
De Roanne à Lyon. . . .	142	

En retranchant 22 kilomètres pour la distance de Lyon à Givors, et en ajoutant 525 kilomètres pour le

(1) La ville de Montbrison est desservie par un embranchement.

trajet de Givors à Marseille, la ligne entière de Marseille à Paris aurait 885 kilomètres, c'est-à-dire qu'elle serait plus courte que la même ligne passant par la Bourgogne dont la longueur totale, en suivant la vallée de la Seine, serait de 894,945 mètres (1). Ce chiffre doit être augmenté et porté à 906,600 mètres, si pour obtenir une pente maxima de 0,005, le chemin de fer de Paris à Lyon reçoit un développement de 560 kilomètres.

On a dit que le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon ne pouvait servir de tête à une grande ligne de Lyon à Paris. C'est une erreur complète. L'ingénieur à qui l'on doit cette œuvre remarquable (M. Seguin aîné) prévoyait l'avenir lorsqu'il creusait 4,000 mètres de souterrains pour donner à son tracé des courbes d'un grand rayon, et pour concentrer sur deux rampes l'inclinaison de 556^{m}46 qui existe entre les rives du Rhône à Givors et le point de partage près de Saint-Etienne. L'une de ces deux rampes a 14 kilomèt. de longueur et 0^{m}006, l'autre environ 20 kilom. et 0^{m}014. Arrivé au Pont-de-l'Ane, point de partage des eaux de l'Océan et de la Méditerranée, le rail-way peut descendre vers la Loire en suivant l'Ozon et le Furens, avec une pente maxima (2) de 6 millim. jusqu'à l'entrée de la plaine du Forez où il rencontre la ligne d'Andrézieux à

(1) *Situation des travaux au 31 décembre 1833.*

(2) La cote du chemin de fer de Roanne à Muron (à l'origine de la pente de 5$^{mill.}$5) peut être portée à 407^{m}21, ce qui donnera entre ce point et le Pont-de-l'Ane, une rampe moyenne de 6 millim. Depuis le Pont-de-l'Ane jusqu'à l'Ozon, le rail-way aurait une voie spéciale pour le transport des charbons dans l'hypothèse de la construction du canal.

Roanne. Cette ligne présente sur 6 kilomètres de longueur, une pente de 0,0055 qui ne dépasse pas ensuite 0,00125 jusqu'à Balbigny. Entre Balbigny et Roanne, l'inclinaison du rail-way, en longeant le cours de la Loire (1), peut être ramenée à 0,0015 au plus. Au-delà de Roanne, deux directions se présentent, celle du cours de la Loire, la plus facile, la plus courte, dont les pentes n'excéderaient nulle part 1 millim. 5, et celle qui, passant par Moulins et Bourges, franchirait successivement les trois points de partage de la Loire à l'Allier, de l'Allier au Cher et du Cher à la Loire. Ce dernier tracé, très-inférieur au premier sous le point de vue de l'art, serait d'une exécution dispendieuse, ne desservirait Nevers que par un embranchement, et abandonnerait Digoin, Decize, la Charité, Pouilly, Cosne, Briare, etc., pour le plus grand avantage de Moulins et de Bourges, villes mortes et sans industrie.

L'établissement du chemin de fer de Lyon à Paris par les vallées de l'Allier et du Cher, enlèverait à cette ligne la grande supériorité qu'elle possède sur la ligne de la Bourgogne. Déjà, à plusieurs reprises, il a été question de faire passer la route royale de Roanne à Nevers sur les bords de la Loire. Si ce tracé est avantageux pour une route ordinaire, il l'est bien plus encore pour un rail-way sur lequel le taux des pentes a une si grande influence. M. Milleret a proposé de po-

(1) On a proposé de rectifier le tracé actuel du chemin de fer en abandonnant le vallon du Gand pour entrer dans celui de Grandval et déboucher dans la plaine du Forez au moyen d'un souterrain sous le faîte de Nullise. Mais ce nouveau tracé laisserait subsister le plan incliné de Balbigny et serait affecté de fortes pentes.

ser des rails sur une des chaussées du canal latéral à la Loire, mais outre que le tracé de ce canal est peu favorable à cette application (1), la population et les villes principales se trouvent sur la rive droite du fleuve, ainsi que le point de soudure avec le chemin de fer d'Orléans à Paris. Ce chemin de fer dont l'achèvement est très-prochain, a des pentes inférieures à 1 millim. 5, sauf sur environ 10 kilomètres en amont d'Etampes, où l'inclinaison atteint 5 millim.

Frais d'exploitation.

Nous supposons que le nombre des voyageurs qui est aujourd'hui sur la ligne entière de Paris à Lyon et à Clermont de 60,000 (2) s'élèvera à 200,000. En comptant 4 trains par jour (2 dans chaque sens), c'est moyennement 157 voyageurs par convoi représentant un poids brut de 54 tonneaux. Une locomotive de grand modèle développe à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, un effort de traction de mille kilogrammes. Si le frottement des voitures est réduit à 0,002, la locomotive remorquera un train de voyageurs sur la rampe de 0,014 avec une vitesse d'au moins 20 kilomètres. Sur tout le reste de la ligne, cette vitesse pourra s'élever à 40 kilomètres par heure. La rampe de 14 millimètres n'aura donc pour résultat que d'augmenter de 20 mi-

(1) Le canal d'Arles à Bouc, situé dans les immenses plaines du Delta du Rhône, est peut-être le seul canal en France qui se prête à l'établissement d'un chemin de fer parallèle.

(2) En 1831, MM. Mellet et Henri évaluaient à 11,686,500fr. la dépense annuelle des transports de voyageurs et de marchandises entre Lyon et Paris, Saint-Etienne et Clermont, sans y comprendre le mouvement particulier à la route de Dijon.

nutes la durée du voyage de Lyon à Paris, ce qui pourra être évité en employant une machine de renfort de Rive-de-Gier à Saint-Etienne. Mais si le taux normal de l'inclinaison est presque sans conséquence pour le service des voyageurs, il n'en est pas de même pour le transport des marchandises. Un roulage très-actif existe sur les routes de Paris à Lyon. Le tonnage du chemin de fer sera considérable, surtout si le canal de la Loire au Rhône n'est pas exécuté; nous le porterons à cent mille tonnes ou à 150 mille t., wagons compris. La charge des locomotives étant de 59t. de 101t. de 119t. et de 262t. sur des rampes de 0,014, de 0,006, de 0,005 et de 0,0015, nous aurons :

1° De Rive-de-Gier à St-Etienne $\frac{150,000 \times 20 \text{ kil.}}{39} = 76,923$k. parcourus.

2ç De Givors à Rive-de-Gier et de Jourcey à Saint-Etienne. $\frac{150,000 \times 38 \text{ kil.}}{101} = 56,436$

2° Rampes d'Etampes. . . . $\frac{150,000 \times 10 \text{ kil.}}{119} = 12,605$

3° Restant du rail-way. . . $\frac{150,000 \times 512 \text{ kil.}}{262} = 293,130$

Kilomètres parcourus pendant l'année. 439,094

ce qui revient à une inclinaison moyenne de 0^m0025 sur toute la ligne (1) de la Loire. — Par la Bourgogne, cette inclinaison étant de 0,004 au moins, le parcours moyen annuel des convois de marchandises serait de :

$$\frac{150,000 \times 560 \text{ kil.}}{142} = 591,549 \text{ kilom.}$$

(1) Par une circonstance fort heureuse, les plus fortes pentes du chemin de fer de Paris à Marseille par la vallée de la Loire se rencontrent au centre du bassin houiller de Saint-Etienne. Dans le tracé d'un chemin de fer destiné à transporter des marchandisss, il faut, autant que posssible, concentrer les rampes sur une petite étendue, afin d'augmenter l'effet utile des machines sur tout le reste du parcours.

Si les marchandises étaient expédiées du midi au nord de la France, elles auraient à parcourir 22 kilomètres de plus sur le rail-way de la Bourgogne, et 22 kilomètres de moins sur celui du Bourbonnais, ce qui porterait à 426,498 et à 614,789 le nombre des kilomètres parcourus sur l'une et l'autre ligne.

Les voyageurs de Paris à Lyon auraient à parcourir 20 kilomètres de plus sur la ligne de la Loire, mais le trajet de Paris à Marseille serait abrégé de 22 kilom. par cette même ligne; il y a donc compensation en ce qui concerne les voyageurs.

Frais d'établissement.

Nous ferons une concession énorme aux partisans du tracé par la Bourgogne, en admettant que les frais de construction seront égaux dans les deux cas. A 150 mille fr. par kilomètre, les 575 (1) kilomètres à établir entre Saint-Etienne et Orléans coûteront

A l'Etat.	55,950,000fr.
Et les 560 kilomètres par la Bourgogne	84,000,000
Les compagnies auraient à dépenser	45,500,000

(1) De Saint-Etienne à Muron. . . . . 18kilomètres.
De Balbigny à Roanne. 35
De Roanne à Orléans.. 320

373

Les 35 kilomètres de chaussée à construire dans les *roches* de la Loire entre Balbigny et Roanne ne coûteront pas au-delà de150 fr. par mètre pour une voie. Il y aura dans cette partie trois souterrains d'une longueur totale de 1,600 mètres. Ces tunnels creusés dans le granite ne reviennent qu'à 200 fr. par mètre pour une voie et à 300 fr. pour deux voies

fr. (1) par Dijon et 22,580,000 fr. par Saint-Etienne. pour la pose des rails, en comptant 174 kilomètres de double voie aux abords de Paris et de Lyon. Ainsi la différence des capitaux dépensés serait de 47,970,000 fr. sans parler du plus grand nombre de locomotives nécessaires au chemin de la Bourgogne et des stations qu'il faudrait construire sur toute la ligne, tandis que le rail-way par Saint-Etienne et par Orléans en est déjà pourvu sur 174 kilomètres de parcours.

Avec une dépense d'établissement et d'exploitation plus forte, le rail-way de la Bourgogne réalisera des bénéfices moindres que celui du Bourbonnais. Il aura à lutter pendant la plus grande partie de l'année contre les bateaux à vapeur de la Saône qui transportent habituellement les voyageurs à moins de 5 centimes par personne et kilomètre (2), prix auquel le chemin de fer ne gagnerait rien.

(1) Un mètre courant de double voie de fer avec un dixième en sus pour gares est évaluée à 110 f. Un mètre courant d'une voie simple avec un cinquième en sus pour gares est évalué à 60f.

Détail des frais d'établissement d'une voie de fer, par mètre linéaire.

Rails (1) 70 kilom. à 37 fr.	25fr.90	50 fr.
2 *chairs* en fonte de 1re fusion, 24 kilogr. à 27 f.	6 48	
1 *traverse* cubant 1m10, à 70 fr.	7 »	
2 mètres cubes de sable, à 4 f.	8 »	
Chevilles et pose	2 62	

Une seule voie suffira pour une circulation de 200 mille voyageurs et de 100 mille tonnes de marchandises, puisqu'il n'y aura sur la ligne de la Loire que deux trains de voyageurs et un convoi de marchandises partant tous les jours de chaque extrémité.

(2) Le prix ordinaire entre Châlon et Lyon est de 2 et 3 fr. Le développement d'un chemin de fer entre ces deux villes sera d'environ 136 kilomètres.

(1) Les rails du chemin de Paris à Rouen pèsent 76 kilog. pour une voie ou 38 k. l'un. Ceux du rail-way de Saint-Etienne à Lyon, 30 kilogr.

Evaluation des bénéfices.

Le capital de la compagnie d'exploitation du railway de Saint-Etienne à Orléans (1) serait :

Voie de fer, 406 kilom. à 60 fr.	24,360,000 fr.
Matériel, stations, etc..	15,640,000
	40,000,000 fr.
200,000 voyageurs à 2 c. de bénéfice (tarif 5 c.) par tête et par kilom., et pour 406 kilom. 8 fr. 12	1,624,000 fr.
100,000 tonnes à 5 c. (tarif 10 c.) 20 fr. 50.	2,030,000
Bénéfice.	3,654,000 fr.

Une partie du mouvement ci-dessus appartenant à la circulation locale (2), le résultat de la création du chemin de fer d'Orléans à Saint-Etienne sera pour les deux compagnies de Paris à Orléans et de Lyon à Saint-Etienne, un accroissement de 100 mille voyageurs et de

(1) On a proposé de construire un chemin de fer entre Roanne et Lyon par les vallées du Rhins et de l'Azergue. Cette ligne de cent kilomètres de développement devrait franchir un faîte de mille mètres d'élévation (dans les montagnes de Tarare), à moins d'avoir recours à d'immenses souterrains. Les populations desservies par ce rail-way seraient infiniment moindres que celles que l'on rencontre en passant par Saint-Etienne; les frais d'exploitation seraient plus considérables et le trajet de Paris à Marseille exigerait plus de temps que sur la ligne améliorée de Roanne à Lyon. Le compte-rendu des ponts-et-chaussées pour 1837 fait connaître le résultat des études des ingénieurs entre la Saône et la Loire en amont de Roanne. Ces études n'ont conduit à aucun résultat satisfaisant.

(2) Entre Saint-Etienne et Lyon, on compte annuellement environ 460 mille voyageurs parcourant 23 kilom. ou 185 mille voyageurs parcourant la ligne entière.

50 mille tonnes, dont le produit sera :

1° *Pour le rail-way de Paris à Orléans.*

Voyageurs à 2 c. de bénéfice par kilom. (1) ou 2f. 56 pour 118 kilom. et pour 100 mille voyageurs.	256,000 fr.
Marchandises à 10 c. de bénéfice à 1,180 par tonne et pour 50 mille t.	590,000
	826,000

2° *Pour le rail-way de Saint-Etienne à Lyon.*

Voyageurs sur 56 kilom.	112,000 fr.
Marchandises.	280,000
	592,000 fr.

Pour obtenir une augmentation aussi considérable de son revenu, la compagnie du rail-way de Saint-Etienne à Lyon n'hésiterait pas sans doute à doubler

(1) Le tarif de ce rail-way est de 10, 7c5 et 5c par voyageur pour la 1re, la 2e et la 3e classe. Le tarif pour les marchandises est de 16, 18 et 20c. La houille est taxée 12c5. La loi du 15 juillet 1840 qui a établi ces prix, stipule que les concessionnaires des chemins de fer formant le prolongement de celui d'Orléans auront le droit d'exploiter, en concurrence, la ligne d'Orléans à Paris, avec réciprocité, moyennant le paiement des droits de péage (le droit de péage représente les deux tiers et le droit de transport un tiers du tarif) ou d'obtenir une réduction sur le péage qui sera de 25 °/o, si le prolongement excède 300 kilomètres. D'après cette base, en supposant que le prix moyen des places de voyageurs soit de 6c, ce prix serait réduit à 5c. Les marchandises au taux moyen de 18c payeraient environ 15c par tonne et kilomètre, déduction faite du quart du droit de péage. Nous supposons que le tarif du rail-way de Lyon à Saint-Etienne serait également fixé à 5c par voyageur et à 15c par tonne venant du chemin de fer de Saint-Etienne à Orléans. La compagnie du rail-way de Saint-Etienne à Lyon perçoit sur les marchandises autres que la houille 15c à 20c, quoique l'ordonnance de concession ait établi un droit unique de 9c8, porté en 1831 à 12c et 13c à la remonte.

ses deux percemens de Terre-Noire et de Rive-de-Gier, travail estimé 2 1/2 millions fr. (pour 2,500 mètres); et à consacrer une somme de 1500 mille fr. à l'établissement de deux stations pour les voyageurs dans l'intérieur de Lyon et de Saint-Etienne (1).

La ville de Lyon a demandé que le chemin de fer par la Bourgogne eût la priorité sur celui de la Loire ; cependant son intérêt bien compris doit lui faire préférer ce dernier qui, étant d'une exécution facile, peut compléter dans un petit nombre d'années les rail-routes qui existent déjà dans le voisinage de Paris et de Lyon. Dans la pensée du gouvernement, le rail-way par la Bourgogne doit s'arrêter à Châlon, et dès-lors, les communications seront soumises à toutes les intermittences de la navigation à vapeur sur la Saône. M. Barillon a parfaitement démontré les inconvéniens d'une ligne discontinue entre Paris, Lyon et Marseille. C'est un rail-way latéral au Rhône qu'il faut surtout à la ville de Lyon. Ce rail-way soudé avec celui de la Loire par Saint-Etienne, établira une communication non-interrompue du midi au nord de la France. Pour un allongement de 20 kilomètres de Lyon à Paris, le rail-way de la vallée de la Loire raccourcira de 216 kilomètres la distance qui séparerait Lyon de Nantes et de Bordeaux, si le voyage entre ces trois villes devait s'effectuer par la Bourgogne.

(1) A Lyon, le rail-way serait prolongé d'un kilomètre jusqu'au cours du Midi. A Saint-Etienne, le nouvel abattoir pourrait être converti en gare pour les voyageurs. Cet abattoir est situé près du centre de la ville et au débouché de plusieurs rues. On y parviendrait au moyen d'un souterrain d'environ 500 mètres de longueur.

Le chemin de fer par la vallée de la Loire étant indispensable pour relier ensemble les bassins de la Garonne, de la Loire, de la Saône et du Rhône (1), il s'agit de savoir si l'on construira deux rail-ways de Paris à Lyon comme on regrette de l'avoir fait entre Paris et Versailles; il s'agit de savoir si l'Etat et les contribuables devront supporter une double dépense et des frais de transport presque doubles, car deux lignes coûteront plus à exploiter qu'une seule. Au lieu de réclamer deux voies de fer sur Paris, la ville de Lyon doit plutôt désirer la création d'un chemin de fer latéral à la Saône et au Doubs, et d'une autre ligne latérale au Rhône supérieur jusqu'à Genève pour faciliter ses rapports commerciaux avec l'Alsace, la Suisse et l'Allemagne. Un chemin de fer a été projeté il y a plus de dix ans, entre Gray et Saint-Dizier, pour réunir la Saône à la Marne; prolongée d'un côté jusqu'à Châlon, et de l'autre jusqu'à la rencontre du rail-way de Paris à Strasbourg, cette ligne serait fort utile à nos départemens de l'Est.

La première mesure à prendre pour l'établissement

(1) Entre la Loire, la Garonne et les chemins de fer projetés de Paris à Bordeaux et à Marseille, il existe une agglomération de 16 départemens qui ne seront traversés par aucune grande ligne. On a proposé d'établir un rail-way d'Orléans à Toulouse par Vierzon, Limoges et Cahors, mais il faudrait couper transversalement un grand nombre de cours d'eau et franchir des faîtes très-élevés. Il nous semble bien préférable de diriger un rail-way de Libourne à Decize par les vallées de la Dordogne et de l'Allier, en suivant à peu-près le tracé du canal projeté pour réunir la Dordogne à la Loire. Ce tracé a l'avantage de desservir Clermont, Riom, Moulins et de réunir Bordeaux au Rhin, au moyen d'un rail-way de Châlon à Decize et de Châlon à Mulhouse. Le tronçon de Châlon à Decize mettrait Lyon à 560 kilomètres de Paris en suivant les vallées de la Saône et de la Loire.

du rail-way de Paris à Lyon et à Marseille par la vallée de la Loire, c'est de compléter la ligne de Saint-Etienne à Roanne en comblant les deux lacunes qui existent entre Saint-Etienne et la plaine du Forez, et de Roanne à Balbigny. 55 kilomètres seulement sont à reconstruire. A 150 fr. par mètre, c'est pour l'Etat une dépense de 8 millions qui seront placés à un haut intérêt, car la moitié de cette somme accordée à la compagnie de Roanne ne sera productive que lorsque le rail-way de Lyon à Roanne formera un tout complet susceptible d'être exploité par machines locomotives à grande vitesse. Alors aussi l'achèvement de la ligne entre Roanne et Orléans ne rencontrera plus d'objection.

Pour arriver à ce grand résultat, il suffit que le gouvernement consacre au rail-way de Roanne, une somme de 4 millions en sus de celle déjà prêtée à la compagnie (1).

La société du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon maintenant associée avec celle du canal de Givors, doit se hâter de mettre le bassin houiller de Saint-Etienne en communication avec le canal par un rail-way exclusivement consacré au transport des houilles, des minerais, etc. (2). Le chemin de fer actuel, débarrassé des

(1) La compagnie qui devait employer un million pour le paiement d'une partie de ses dettes appliquerait sans doute la somme entière qui lui a été prêtée à l'amélioration du chemin.

(2) Ce rail-way dont nous avons proposé la construction dès l'année 1835 *(Statistique industrielle du département de la Loire)*, coûterait au plus 3 millions et transporterait 4 cent mille tonnes. L'économie qu'il procurerait sur les frais de halage par l'emploi des plans automoteurs couvrirait largement l'intérêt du capital consacré à son établissement.

nombreux convois qui l'encombrent, deviendra propre à la circulation rapide des personnes et des marchandises précieuses dont le produit sera fort considérable (1), surtout après l'exécution de la ligne entière de Paris à Lyon et à Marseille.

(2) *Produits du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon pendant le* 2me *semestre de l'exercice* 1841.

	Produit brut.	Produit net.
Charbons et marchandises.	1,695,242fr.	654,542fr.
Transports, service accéléré.	26,102	21,704
Voyageurs et dépêches.	506,650	296,963
Loyers et fermages.	34,731	30,995

Les transports du semestre se sont élevés à 311,518 tonnes qui ont parcouru une distance moyenne de 41 kilomètres. Le nombre des voyageurs a été de 271,294 qui, au prix-moyen de 1,85, ont parcouru une distance de 23 kilomètres (à 8c par kilomètre). On ne comprend pas dans ce nombre les voyageurs de la voiture de nuit, au nombre de 30 par nuit. Par l'amélioration du service et le prolongement du chemin de fer, le nombre des voyageurs peut facilement s'élever au double du nombre actuel.

OBSERVATIONS

SUR LE PROJET

D'UN CHEMIN DE FER

De Marseille au Rhône,

Présenté à la chambre des députés le 7 février 1842.

Dans l'exposé des motifs du projet de loi sur les chemins de fer, M. le ministre des travaux publics s'exprime ainsi : « De toutes les parties du grand réseau des voies de fer que nous avons proposé, il n'en est pas de plus utile, ni de plus vivement réclamée que celle qui doit réunir Lyon à Marseille et à Cette. En ce moment, plus de 400,000 voyageurs et plus de 500,000 tonnes de marchandises circulent sur la route royale établie entre Avignon et Marseille..... Ce chemin devant être surtout un chemin de transit, l'on comprendra combien une diminution de plus de 20 kilomètres dans le trajet peut avoir d'influence sur la question. Le conseil des ponts-et-chaus-

sées a pensé que ce qu'il fallait surtout envisager ici, c'était la communication de Marseille avec Lyon, avec Paris, avec l'Océan ; que l'intérêt du transit dominait toute la question et que cet intérêt prescrivait de choisir la ligne la plus directe. »

La ligne la plus directe entre Avignon et Marseille est celle qui vient d'être proposée à l'improviste par M. de Montricher, mais le tracé de cet ingénieur par la vallée de la Durance ne dessert aucun centre de population, puisque la ville la plus importante qu'il rencontre, Salon, ne renferme que 5,795 habitans. Ce chemin offre d'immenses difficultés d'exécution, 10,819 mètres de souterrains, des pentes de 0^{m} 00268 à 0^{m} 005, en sorte qu'il sera d'une exploitation beaucoup plus coûteuse que le rail-way par la vallée du Rhône. Peu de mots suffiront pour le prouver.

Et d'abord n'est-il pas étrange que les ingénieurs des ponts-et-chaussées chargés de 1834 à 1837, de faire l'étude de tous les tracés praticables entre Marseille et le Rhône, que M. Kermaingant, inspecteur-général, que M. Garella, que M. Montricher lui-même n'aient rien aperçu de ces grands avantages du chemin direct qui apparaissent à l'instant précis où les travaux vont être commencés et après la déclaration faite par le gouvernement à deux reprises différentes, en 1837 et en 1838, que le tracé de M. Kermaingant était le seul PRATICABLE, *le seul que l'on pût admettre* (1).

La ville d'Aix laissée en-dehors du premier projet,

(1) *Exposé des Motifs du Projet de loi sur les Chemins de fer* (15 février 1838.)

à cause de sa position excentrique et des montagnes qui l'entourent, s'est vivement émue; Marseille située à une plus grande distance du Rhône que les ports de Bouc et de Martigues, jalouse, peut-être, de la renaissance de la ville d'Arles qui a partagé si long-temps avec elle l'empire de la Méditerranée (1), s'est hâtée de donner son adhésion au tracé Talabot, puis un mois après, au tracé Montricher, parce que celui-là s'éloignait des ports du Rhône et que le second s'en éloignait plus encore. Ces deux tracés desservent par embranchement la ville d'Aix qui ne peut rien gagner à leur exécution (2). Pendant que l'enquête sur le projet de M. Talabot se poursuivait dans le département des Bouches-du-Rhône, l'un des anciens collaborateurs de M. Kermaingant, M. Montricher découvrit tout-à-coup que le tracé indirect auquel il avait participé, pouvait être rendu direct au moyen d'une ligne de 30 kilomètres, entre Lamanon et la Nerthe. Cette ligne, à vol d'oiseau, reconnue naguère inexécutable *(Voyez le mémoire de*

(1) Du V^e^ au XII^e^ siècle, la population d'Arles était plus considérable que celle de Marseille, ainsi que l'a établi M. H. Clair, dans un ouvrage estimé. La décadence d'Arles doit être attribuée, selon nous, à l'emploi, assez moderne, des navires d'un fort tonnage qui ne peuvent franchir la passe du Rhône. Dans un mémoire publié en 1839, nous avons proposé de porter à 4^m^ le tirant d'eau du canal de Bouc, opération des plus faciles qui rendrait à Arles son ancienne prospérité commerciale et donnerait à la France un port aussi sûr que magnifique situé sur le Rhône.

(2) Cette assertion peut paraître assez extraordinaire, mais elle est d'une exactitude rigoureuse. Si le tracé par la vallée du Rhône est adopté, la ville d'Aix conservera tout le transit qui de Marseille se dirige sur les hautes et basses Alpes, sur la partie orientale du département de Vaucluse, etc. Le tracé Montricher, au contraire, lui enlèvera tous ces transports qui convergeront sur le rail-way, à Lamanon.

MM. Kermaingant, Montricher, etc., 1857), n'offre plus sous le crayon facile de l'ingénieur que des difficultés ordinaires. Cette ligne rencontre des rochers ardus et infranchissables, on les perfore ; des vallées profondes, on les comble ou bien on étage viaducs sur viaducs. M. Talabot avait modifié le projet primitif dans le but d'obtenir le concours de la ville d'Aix ; le projet Montricher a été improvisé pour fournir à quelques financiers l'occasion d'une affaire. Par un acte du 5 février, notaire Raynouard, à Marseille, M. Lançon, banquier, propriétaire de ce projet (1), a fondé une compagnie par actions au capital de vingt millions, pour l'exploitation du chemin de fer de *Marseille à Avignon et à Beaucaire*, avec ou sans embranchement sur Beaucaire et sur Aix. Les statuts de cette compagnie réservent 5 pour 0/0 des bénéfices annuels à M. Montricher, 5 pour 0/0 à M. Lançon, et, chose inouïe peut être dans les fastes de la société anonyme, 15 pour cent des mêmes bénéfices sont dévolus aux administrateurs-fondateurs. Tout s'explique maintenant : pour obtenir d'aussi énormes avantages on avait besoin d'un tracé nouveau dont on pût se dire *propriétaire* et dont on pût faire un apport social, car le projet de M. Kermaingant appartient au public qui en a payé les frais.

(1) L'art. 19 des statuts porte : « Sera payée aux fondateurs, pour prix du tracé que le *gouvernement a adopté*, et dont il a été fait apport par M. Lançon, ainsi que *pour toutes les autres dépenses faites jusqu'à ce jour*, la somme de *dix mille francs*. » Le gouvernement qui dispose d'une légion d'ingénieurs, demande 1,500,000 fr. pour l'étude des chemins de fer. M. Lançon se contente de dix mille francs pour prix de son tracé et de ses démarches. DIX MILLE FRANCS ! ce n'est pas trop payer les démarches de M. Lançon ; mais alors que reste-t-il pour l'étude du tracé ?

Il nous faut du nouveau, n'en fut-il plus au monde, a dit M. Lançon, et le projet Montricher a été créé.

Après ces courtes explications, abordons la question de chiffres. M. Montricher estime ainsi la dépense d'exécution de son projet :

Terrains (230 hectares)		1,500,000fr.
Terrassemens et escarpemens		6,748,350
Ponts et viaducs		2,530,000
Souterrains	5,319 mètres à 1,000 fr. 5,500 id. 800	9,719,000
Travaux imprévus		3,502,650
Gares, stations, maisons de gardes, clotures		3,800,000
Voie de fer	96,400 mètres à 100 fr. 1/10 pour gares.	10,604,000
Matériel	50 locomotives. . . 2,750,000f 140 voitures. . . . . 1,180,000 wagons. 2,070,000	6,000,000
Embranchemens sur Tarascon et sur Aix, 40,000m à 150 f.		6,000,000
Viaduc sur le Rhône		2,000,000
Dépenses imprévues (pour les embranchemens)		596,000
Total		53,000,000fr.

Dans ce total n'est point compris le viaduc sur la Durance (estimé par M. Kermaingant 1,100,414 f. 51), que la ville d'Avignon offre, dit on, de construire à ses frais. Les embranchemens, celui de Tarascon surtout qui fait partie de la ligne principale, sont évalués à un taux trop bas; acceptons néanmoins, tel qu'il a été présenté, le devis de M. Montricher et déduction faite du rameau dirigé sur Aix, nous aurons une somme de 50 millions (1).

(1) M. Montricher ne peut pas citer à l'appui de l'exactitude de ses devis, le canal de Marseille dont il dirige les travaux et dont la dépense s'élèvera au double du montant de ses évaluations.

Les devis dressés par MM. Kermaingant, Garrella et Montricher, pour l'établissement du chemin de fer de Lyon à Marseille, présentent les résultats suivans. Pour la partie de la ligne comprise entre Avignon et Marseille :

Achats de terrains sur 86 kilom. de longueur, les chaussées du canal d'Arles à Bouc pouvant être utilisées sur 32 kilom. (1). . .				1,000,000fr.
Terrassemens.				2,000,000
Souterrains.	3,640m à 500f. . .		1,820,000	2,079,800
	616	300. . .	184,800	
	300	250. . .	75,000	
Voies de fer.				8,442,500
Ponts et Viaducs.				2,244,300
Dépenses diverses.				1,000,000
Total.				16,766,600fr.

On a objecté que le chemin de M. Kermaingant dans les plaines d'Arles et de Tarascon pourrait être submergé par les eaux du Rhône, lors des crues extraordinaires, comme celles de 1840. Pour le mettre complétement à l'abri des inondations, il suffira de l'exhausser de 2m 50 de hauteur moyenne sur 74 kilomètres (entre Avignon et la montagne de Bouc), le cube des terrassemens en sera augmenté de 2,000,000 à 1 fr. (les terrassemens du canal de Bouc n'ont coûté que 75 centimes). . . . . 2,000,000fr.

A l'époque des études de M. Kermaingant on employait des rails plus faibles et des locomotives moins puissantes qu'aujourd'hui. La double voie de fer estimée (en 1834) 66 f. 78 par mètre et 73 f. 46 avec $\frac{1}{10}$ en sus

(1) En y comprenant la traversée de l'étang de Caronte.

pour gares, est portée par M. Montricher à 100 et 110 fr.; c'est donc pour 118 kilom. une augmentation de.. .	4,311,720
En ajoutant pour le souterrain de la Nerthe porté à 4,200 mèt. (à millef. le mètre) et pour les deux petits souterrains de St-Louis et de St-Lazare (à 800 f).	2,853,000
L'augmentation pour le projet Kermaingant est de..	9,164,720
La dépense s'élève ainsi à . . .	25,951,520
Capital nécessaire pour les gares, le matériel et le viaduc sur le Rhône . .	11,050,000
	36,961,520
Somme à valoir pour frais imprévus.	3,038,680
Total. . . .	40,000,000fr.

La somme de 3,038,680 fr. est relativement beaucoup plus considérable que celle de 3,502,650 fr. portée par M. Montricher au chapitre des travaux imprévus, attendu que ce dernier a 10,819 mètres de souterrains, des escarpemens d'une grande hauteur, etc., il est donc probable que sur les 40 millions affectés au chemin de M. Kermaingant, on pourra construire le viaduc de la Durance, laissé, par M. Montricher, à la charge de la ville d'Avignon.

Le tracé de M. Montricher part de Marseille à 13m 63 au-dessus du niveau de la mer, s'élève sur le versant méridional de la chaîne de l'*Etoile*, par une rampe de 0m005 et de 10,390 mètres de développement, à laquelle

succèdent d'autres rampes de 1 mill. 465 et 2 mill. jusqu'à la cote 83m 77. Il descend ensuite avec des pentes de 0m 0025 jusqu'à la cote 76m 25 pour traverser le vallon de la Touloubre, remonte la chaîne des Alpines jusqu'à la gorge de Lamanon (99m) au moyen d'une rampe de 2,5 mill. pour redescendre enfin en longeant la rive gauche de la Durance avec une inclinaison de 0,0025 à 0,00268 jusqu'à Avignon où il arrive à la hauteur de 22 mètres, après avoir traversé la Durance à 4,015 mèt. de cette ville. La longueur totale de ce tracé est de 96,450 mètres, y compris le rameau de la *Joliette* de 785 mètres (1).

Le chemin de fer latéral au Rhône a son point de départ au faubourg Saint-Lazare, à Marseille, à 15m.63 au-dessus de la Méditerranée. Il gravit la montagne de l'Etoile jusqu'à l'issue du souterrain de la Nerthe par une rampe de 0m 004 et de 14,585 mèt. qui aboutit au point culminant situé à 71m 17 d'élévation.

De la Nerthe à l'étang de Berre le tracé descend de 67m 17 au moyen d'une pente de 0m 004 qui règne sur 16,792 mètres. De ce point, on peut suivre horizontalement les bords de l'étang de Berre, de l'étang de Caronte et la chaussée du canal de Boue sur une ligne de 27,495 mèt. après laquelle viennent des rampes de 0,00017 et 0,00028 jusqu'à Arles et à Tarascon. Une dernière rampe de 0m 00054 conduit le rail-way jusqu'au viaduc de la Durance d'où il redescend sur-

(1) Le profil publié par la ville d'Arles d'après les plans soumis à la commission d'enquête, indique une longueur totale de 97,430m. Nous comptons seulement 96 kilomètres.

Avignon avec une inclinaison de 0,0003. Les différentes données de ce profil ont été réunies dans le tableau ci-après :

	Distances.	Inclinaison.	HAUTEURS en rampes.	HAUTEURS en pentes.	Cotes des hauteurs au-dessus de la mer.
Marseille.	mèt.	m.			13m63
De Marseille à la Nerthe.	14,385	0,004	57m54		71 17
De la Nerthe à l'étang de Berre.	16,792	0,004		67m17	4 00
De l'étang de Berre au *Radeau*.	27,495	0,000			4 00
Du Radeau à Arles. . .	23,228	0,00017	4 00		8 00
D'Arles à Tarascon.. .	14,000	0,00028	4 00		12 00
De Tarascon à la Durance.	18,500	0,00054	10 05		23 05
Viaduc.	500	0,000			23 05
De la Durance à Avignon.	3,000	0,0003		1 05	22
Avignon.					22
Totaux.	118,000	(1)	75m59	68m22	

Il est facile de voir, en comparant ce profil avec celui de M. Kermaingant, que les modifications apportées au tracé de cet ingénieur sont toutes fort légères et n'augmenteront point, sauf l'allongement du tunnel de la Nerthe, les dépenses de construction du chemin (2).

(1) On a dit que la distance d'Avignon à Marseille par le tracé Kermaingant était de 118,800 mètres ; mais on y a compris le rameau de service de 783m sur la Joliette qui ne doit pas être compté.

(2) Le viaduc sur l'étang de Caronte n'aura que 4 mètres de hauteur, selon le plan de M. Jules Seguin, au lieu de 12 mètres. Il en résultera une économie assez notable. Le rail-way longera le canal d'Arles jusqu'au port de Bouc qui sera desservi directement, au lieu de l'être par embranchement.

Elles auront cependant pour résultat d'accroître d'une manière sensible l'effet utile des locomotives, puisque le maximum des rampes (abstraction faite des parties inclinées de 0^m 004) ne dépassera pas 0,00028 entre Marseille et Tarascon, et 0,00054 entre cette dernière ville et Avignon. Le tracé Montricher, au contraire, franchit deux faîtes, dont l'un est à 85^m 77 et dont l'autre est à 99 mètres d'élévation. Cette ligne est donc nécessairement affectée malgré d'énormes travaux d'art, de rampes de 0^m 0025 qui se prolongent sur une grande partie de son parcours et qui s'élèvent jusqu'à 0^m 005.

M. Kermaingant a évalué le mouvement moyen des marchandises sur la ligne entière de Lyon à Marseille, à.. . . . 123,140 tonnes à la remonte.
. 90,000 id. à la descente.

Total.. . . . 213,140

Dans le voisinage de Marseille la circulation doit dépasser ce chiffre, surtout depuis l'établissement des chemins de fer du Gard qui n'existaient pas lorsque M. Kermaingant a écrit son mémoire. Nous estimons que le transport des marchandises entre Marseille et Beaucaire s'élèvera à 50,000 tonnes dans chaque sens (1), indépendamment de 100,000 tonnes de houille dont la consommation s'accroît rapidement dans la Méditerranée (2). En évaluant le poids des wagons

(1) Le tonnage de descente sera au moins égal au tonnage de remonte, à cause des vins du Gard, des farines du Languedoc, etc., qui s'expédieront pour Marseille par la voie de fer, en quantités considérables.

(2) Les seuls bateaux à vapeur de l'Etat, dans la Méditerranée, consomment annuellement 60 mille tonnes de houille.

chargés à la moitié du poids des marchandises, le poids brut transporté sur le chemin de fer sera :

1° CHEMIN DE FER LATÉRAL AU RHONE.

Descente.

D'Avignon à Beaucaire	marchand. 90,000 wagons. 61,570	151,570 × 22 =	3,334,540
De Beaucaire à Mar.	marchand 140,000 houille. 100,000 wagons. 120,000	360,000 × 96 =	34,560,000

Remonte.

De Marseille à Beauc.	marchand. 173,140 wagons. 120,000	293,140 × 96 =	28,141,440
De Beauc. à Avignon.	marchand. 123,140 wagons. 61,570	184,710 × 22 =	4,063,620
Nombre de tonnes transportées à 1 kilomètre.			70,099,600

2° CHEMIN DE FER LATÉRAL A LA DURANCE.

Descente.

D'Avignon à Marseille	marchand. 90,000 wagons. 61,570	151,570 × 96 =	14,550,720
De Beauc. à Marseille.	marchand 50,000 houille. 100,000 wagons. 75,000	225,000 × 110 =	24,750,000

Remonte.

De Marseille à Avignon	marchand. 123,140 wagons. 61,570	184,710 × 96 =	17,732,160
De Marseille à Beauc.	marchand. 50,000 wagons. 75 000	125,000 × 110 =	13,750,000
Nombre de tonnes transportées à 1 kilomètre.			70,782,880

Il résulte de ces chiffres que le rail-way dirigé par la vallée de la Durance aura une plus grande masse à remorquer que le chemin latéral au Rhône, quoique son développement, y compris l'embranchement sur

Beaucaire, soit moindre de deux kilomètres. Cette anomalie vient de ce que, par le tracé Montricher, l'on ne pourra pas utiliser pour le transport des marchandises en remonte expédiées sur Avignon, les wagons de houille revenant à vide, sous peine de subir un transbordement coûteux sur la rive gauche de la Durance, ou d'imposer à ces wagons, passant par Avignon pour se rendre à Beaucaire, un détour de 26 kilomètres (1).

Si le tracé par Beaucaire et par Bouc l'emporte sur celui de M. Montricher, sous le rapport du moindre parcours des convois, ce tracé mérite plus encore la préférence par l'économie qu'il procurera sur les frais de traction. Il est nécessaire d'entrer, à ce sujet, dans quelques détails techniques mais simples et intelligibles pour tout le monde.

M. Bineau, ingénieur en chef des mines, auteur d'un livre remarquable sur les chemins de fer anglais, dit formellement que le frottement est aujourd'hui de 0,002 du poids des wagons. Quoique ce coefficient soit plus élevé sur les chemins de fer français, tout porte à croire que les progrès journaliers de l'art des construc-

(1) Le chemin Montricher a en outre le désavantage de ne point transporter directement les marchandises, qui de Lyon et d'Avignon se dirigent sur le Languedoc et *vice versâ*. Il faudra organiser à grands frais, pour ces transports entre Avignon et Beaucaire, des convois spéciaux dont le parcours sera plus long de 4 kilomètres que par le tracé latéral au Rhône.

Les wagons de houille revenant vides de Marseille ne pourront être utilisés pour le transport des voyageurs sur Avignon, parce que le poids de ces wagons (16,570 t. par an ou 45 t. par jour) est très-inférieur à celui que traîne une locomotive, et parce qu'il y aurait beaucoup de temps perdu si l'on attendait à Avignon et à Châteaurenard, le moment du départ et du passage des convois.

tions le réduiront prochainement au même taux qu'en Angleterre. Dès-lors le poids brut remorqué par une locomotive de grande dimension pesant avec son tender 24 tonnes, et développant un effort de 1,000 kilogr., sera :

1° Sur une rampe de 0,00268	$\frac{1,000k}{0,00468} = 214t$ et $190t$	déduction faite du poids du moteur.
2° Sur une rampe de 0,004	$\frac{1,000k}{0,006} = 167$ et 143	
3° Sur une rampe de 0,005	$\frac{1,000k}{0,007} = 143$ et 119	id.
4° Sur une rampe de 0,00054	$\frac{1,000k}{0,00254} = 394$ et 370	id.
5° Sur niveau (1).	$\frac{1,000k}{0,002} = 500$ et 476	id.

En appliquant ces données au tonnage calculé on forme le tableau suivant :

I. *Chemin de fer latéral au Rhône.*

1° Entre Avignon et Beaucaire	$\frac{184,710t \times 22k \times 2}{370t.} =$	21,966 kilom.
2° Entre Beaucaire et la rampe nord de la Nerthe.	$\frac{360,000 \times 64,7 \times 2}{476} =$	97,865
3° Rampes de la Nerthe.	$\frac{360,000 \times 31,3 \times 2}{143} =$	157,594
Nombre des kilomètres parcourus annuellement par les convois de marchandises.		277,425

II. *Chemin de fer latéral à la Durance.*

1° Entre Avignon et la Nerthe	$\frac{184,710 \times 85k\ 6 \times 2}{190} =$	166,433 kil. (2).

(1) Pour les convois de marchandises marchant avec une vitesse de 15 à 20 kilomètres, la résistance de l'air peut être négligée.

(2) Dans cette partie du tracé, on trouve une ligne de niveau de 19k 7 sur

2° Entre Beaucaire et la Nerthe $\frac{225{,}000t \times 99k\,6 \times 2}{190} = 235{,}895$

3° Rampe de Mar. à la Nerthe $\frac{309{,}710t \times 10{,}4 \times 2}{119} = 54{,}134$

Nombre des kilomètres parcourus annuellement par les convois de marchandises. 456,462

laquelle la charge des locomotives pourrait être plus que doublée, mais une locomotive dont le trajet journalier est de 120 à 140 kilom. n'y parcourrait que 93 kilom., d'ailleurs cette ligne horizontale est suivie d'une pente de 0,00143 qui devrait être desservie par les machines destinées à la pente de 0m 005. En général, dans l'exploitation des chemins de fer, il faut éviter les différens taux d'inclinaison qui exigent une nouvelle formation des convois. Sur le chemin latéral au Rhône on diminuerait le parcours des locomotives en organisant pour chaque versant de la Nerthe un service spécial, mais il y aurait une station de plus et par suite du temps perdu, etc. Les deux rampes de la Nerthe utilisent ensemble le travail de 3 locomotives tandis que la rampe unique de M. Montricher exige plus d'une machine et moins de deux. Les trains de voyageurs seraient remorqués d'un bout à l'autre de la ligne latérale au Rhône par une locomotive qui devrait faire un trajet, plus une fraction du trajet sur le chemin direct. La remorque des trains serait surtout fort dispendieuse sur l'embranchement de Beaucaire dont la longueur n'est que de vingt kilomètres.

Nous n'avons point tenu compte de l'économie qu'offre le tracé latéral au Rhône pour le transport des marchandises et des voyageurs entre Avignon et le Languedoc par Beaucaire. Dans un rapport au conseil municipal de Marseille, M. de Gaillard, partisan déclaré du chemin Montricher, évalue cette circulation à 100,000 personnes et à 100,000 tonneaux qui auraient à parcourir 4 kilomètres en sus, sur des pentes plus fortes si ce chemin était adopté.

M. de Gaillard prétend que la durée du voyage d'Avignon à Marseille sera moindre par la vallée de la Durance que par la vallée du Rhône, mais eu égard aux courbes et aux pentes beaucoup plus favorables du tracé Kermaingant modifié, la vitesse des trains sur cette ligne sera accrue d'un cinquième, ce qui rétablira l'équilibre de ce côté et donnera une immense supériorité au rail-way latéral au Rhône pour le service de Marseille à Beaucaire.

Un défaut capital du tracé direct c'est qu'il tend à exclure dans un avenir peu éloigné, c'est-à-dire après l'exécution du chemin de fer de Lyon

DÉPENSES ANNUELLES D'EXPLOITATION.

1° *Chemin de fer latéral au Rhône.*

Frais de traction des marchandises, 277,425 kilomètres parcourus, à 2 fr. (1).	554,850fr.
Entretien des voies de fer.. . . idem. . à 1 f. .	277,425
Id. de la chaussée, 118,000 mèt. à 1 fr.. . . .	118,000
Id. des travaux d'art, des souterrains, 1 pour 0/0 sur 8 millions.	80,000
Id. des wagons (graissage compris) à 1 c. par tonne de poids brut et par kilomètre.	700,996
Administration..	300,000
Total.	2,031,271fr.

2° *Chemin de fer latéral à la Durance.*

Frais de traction des marchandises, 456,462 kilomètres, à 2 fr.	912,924
Entretien des voies de fer.. . . idem à 1 fr.(2). . .	456,462

à Marseille, l'utile concurrence de la navigation par navires à voiles de Marseille à Arles. Les marchandises ne pouvant plus, sans subir un transbordement coûteux, gagner la voie de fer, le cabotage si économique qui s'effectue entre ces deux villes cessera entièrement.

(1) Les locomotives de la force indiquée coûtent par kilomètre :

Coke, 25 kilogr. à 4c.	1f)	2fr.
Frais d'entretien et de conduite.	1)	

Sur les rail-ways de Paris à Versailles, l'effort de traction des machines étant moins considérable, la consommation de coke est seulement de 12 k. à 5c5.. . . . . 0 66) 1 66
Frais d'entretien et de conduite. . . . . 1 »)

Ces rail-ways sont exploités avec une grande vitesse qui doit augmenter les frais d'entretien des machines ; mais les locomotives du chemin de fer de Marseille au Rhône brûlant plus de combustible, nécessiteront des réparations plus fréquentes à leurs chaudières.

(2) La voie de fer du chemin Montricher coûte pour 116 kilom. 12,760,000 fr. Le renouvellement complet de la voie revient à la moitié de cette somme. En supposant qu'il s'opère tous les dix ans, c'est une dépense annuelle de 638,000fr. En renouvelant tous les 15 ans la voie du chemin latéral au Rhône, c'est annuellement 432,666 fr. ou 1 fr. environ par kilomètre parcouru, en tenant compte des locomotives employées au service des voyageurs.

Id. de la chaussée, 116,000 mèt. à 1 fr.	116,000
Id. des travaux d'art, des souterrains, 1 pour cent sur 12 millions.	120,000
Entretien des wagons (graissage compris) à 1 c. par tonne de poids brut et par kilom. (1).	707,829
Administration.	300,000
Total.	2,613,215fr.

Le tonnage des marchandises entre Marseille et le Rhône étant dans les deux cas de 415,140 tonnes, les dépenses d'exploitation s'élèvent par tonne :

Sur le rail-way latéral au Rhône, à.	4f91	
Sur le rail-way latéral à la Durance, à.		6f55

Le bénéfice sur les voyageurs peut être évalué (2) à 600,000 fr. par an. Pour compléter l'intérêt à 5 0/0 du capital dépensé, il faut que le transport des marchandises produise :

Sur le chemin latéral au Rhône 1,400,000 f., ou par tonne. . . .	3 59	
Sur le chemin latéral à la Durance 1,900,000 f., ou par tonne. . . .		4 60
Montant des droits à percevoir par tonne de marchandises.	8 50	10 95

(1) Cette dépense fait ressortir à 34 pour cent par an les frais d'entretien des wagons. Sur le chemin de fer de St-Etienne à Lyon, ces frais sont de 40 pour cent (graissage compris). Les wagons de ce chemin sont d'un prix peu élevé (500 fr.); ils portent 3,250 kil. de houille.

(2) On compte annuellement (à part la circulation entre Aix et Marseille) cent mille voyageurs au plus parcourant la *distance entière* de Marseille au Rhône. (M. Kermaingant n'évaluait, en 1837, qu'à soixante-dix mille le nombre des voyageurs entre Marseille et Lyon). En admettant que le chiffre

Au tarif de 8 fr. 50 le rail-way transporterait les marchandises, mais il serait inaccessible pour la houille; quant aux prix de 10 fr. 95, il est évident qu'il exclurait, non-seulement le transport des charbons, mais encore une partie des marchandises. Le roulage très-considérable qui existait autrefois sur la route royale entre Marseille et le Rhône, a aujourd'hui presque entièrement disparu. La navigation à vapeur

de cent mille s'élève à trois cent mille, et que le prix-moyen des places soit de 5 fr. par personne (environ 5c par kilomètre), le produit brut montera à un million cinq cent mille francs dont il faut déduire :

Les frais de locomotion à 3f. par kilom. parcouru..	508,080	
L'entretien des voitures, à 25 pour cent.	295,000	900,000
Conduite, perception, etc.	96,920	
Bénéfice.		600,000

Si le nombre des trains de voyageurs est de 4 par jour (deux dans chaque sens), le parcours quotidien des locomotives sera, par la vallée du Rhône, de 472 kilomètres, et par la vallée de la Durance, de 464. Cette faible économie de 2,920 kilomètres par an, représentant 8,760 fr., est compensée et bien au-delà par la perte des voyageurs d'Arles et de Martigues dont la population réunie s'élève à trente mille habitans. Selon M. E. Teisserenc, les villes de Belgique desservies par les chemins de fer, fournissent un nombre de voyageurs triple du chiffre de leur population. D'après cette base, les bourgs situés sur le tracé Montricher donneraient au plus trente mille voyageurs; Arles et Martigues en fourniraient quatre-vingt-dix mille. En admettant pour cet excédant de soixante mille, un parcours moyen de 30 kilomèt., à 5 c. par kilom., l'on obtiendrait un accroissement de recette de quatre-vingt-dix mille francs, presque sans augmentation de dépense. Nous mentionnerons encore, en passant, le grave inconvénient qu'il y aurait à souder les chemins de fer du Languedoc avec celui de Lyon à Marseille dans les plaines des bords de la Durance, sur un point désert où les voyageurs seraient forcés d'attendre le passage des trains, ce qui est contraire à l'usage universellement établi de placer les stations des rail-ways à proximité des centres de population. Enfin, le chemin Montricher assujétirait les nombreux voyageurs du Languedoc à un allongement de parcours de 4 kilom. entre Avignon et Beaucaire, et de 14 kilom. entre Beaucaire et Marseille.

ne coûte que 8 à 9 fr. par tonne entre Marseille et Arles ; et même entre Marseille et Beaucaire. D'un autre côté, les bateaux à vapeur lyonnais transportent à prix égal entre Lyon et Beaucaire ou entre Avignon et Lyon, ce qui se conçoit aisément si l'on considère que le double trajet entre Avignon et Beaucaire exige seulement 3 ou 4 heures de navigation dans la plus belle partie du cours du Rhône. Ce n'est pas tout ; la concurrence produira ses effets ordinaires. Le prix actuel du transport diminuera en même temps que les bateaux à vapeur se perfectionneront et d'ici à peu d'années on peut être assuré que le transport par la voie de mer presque aussi régulier et aussi rapide que par la voie de fer, s'effectuera moyennant 7 fr. par 1,000 kilogr. Ainsi le tarif du rail-way ne doit pas excéder ce prix sous peine d'abandon et de mort ; la suppression de la navigation à vapeur maritime est une nécessité pour le chemin de fer, car cette navigation lui enlèverait un très-grand nombre de voyageurs. On sait que, pendant l'été, beaucoup de personnes préfèrent cette voie à la route de terre. Que serait-ce si l'aiguillon de la concurrence faisait tomber le prix des places, au taux le plus minime, comme cela a déjà eu lieu entre Lyon et Avignon (1)?

Mais en abaissant le tarif du chemin de fer à 7 f. par

(1) On se rend aujourd'hui de Lyon à Avignon (240 kilom.), moyennant 2 fr. Et qu'on ne croie pas que ce prix soit une bizarrerie purement accidentelle. Les dépenses des bateaux à vapeur sont couvertes par le transport des marchandises, et tant que ce transport aura lieu, les voyageurs jouiront des avantages du bon marché.

tonne, le bénéfice ne sera que de 0f67 ou de 276,804f. soit en tout avec le produit des voyageurs, 876 804f. représentant moins de 4 pour 0/0 du capital de 22,560,000 (1) dépensé par la compagnie qui se chargerait de cette entreprise aux conditions proposées par l'état.

Le rail-way latéral au Rhône serait dans une situation bien plus favorable. La mise de fonds s'élèverait à 22,010,000 fr. (2) et son bénéfice à 1,465,463 fr. somme équivalente à près de 7 pour 0/0 du capital, ce qui permettrait de réduire le tarif (3) à l'expiration du premier bail de concession. Avec le chemin Montricher, cette espérance serait à jamais détruite et l'état aurait consacré dix millions de plus au rail-way pour aboutir à un tarif plus élevé.

(1) Voies de fer, 116 kilom. à 110 fr. . .	12,760,000	22,560,000f
Gares, stations.	3,800,000	
Matériel.	6,000,000	
(2) Voies de fer, 118 kilom. à 110 f. . .	12,980,000f	22,010,000f
Gares, stations.	3,800,000	
Matériel.	5,230,000	

Le parcours total annuel des locomotives, pour le service des marchandises et des voyageurs étant, par la vallée de la Durance, de 625,822 kilom., et par la vallée du Rhône, de 449,705 kilom., on a compté dans ce dernier cas 36 locomotives au lieu des 50 que demande M. Montricher. A 55,000f. par machine, c'est une économie de 770,000 fr.

(3) La consommation de la houille à Marseille qui est de cent mille tonnes ne tardera pas à atteindre le chiffre de deux cent mille tonnes (Lyon consomme deux cent cinquante mille à trois cent mille tonnes). Le prix du fret de Beaucaire à Marseille est aujourd'hui de 7 fr. par tonne, y compris les déchets et le magasinage nécessité par l'irrégularité de la navigation fluviale et maritime. Nous admettons que ce prix pourra descendre à 6 fr. A ce taux, 200 mille t. donneraient un produit net de 218 mille f. sur le rail-way du Rhône, et une perte de 66 mille fr. sur le rail-way de la Durance.

En adoptant le tracé étudié par ses ingénieurs placés au-dessus des préoccupations de l'intérêt local, le gouvernement limite ses déboursés à une somme de 18 millions ou à 152,500 fr. par kilomètre, et il assure le succès d'une compagnie d'exploitation.

Si nous sortons de la question financière pour entrer dans l'examen des raisons morales, que voyons-nous ?

D'un côté une contrée agricole, privée d'industrie, ne renfermant aucune agglomération d'hommes considérable, déjà pourvue d'une route royale, présentant d'immenses difficultés de terrain à vaincre pour obtenir un tracé relativement imparfait.

De l'autre côté, nous trouvons quatre ports : Beaucaire, Arles, Bouc et Martigues, dont l'un, le port de Bouc, peut devenir une magnifique station navale (1),

(1) Le port de Bouc a six mètres de profondeur et un fonds de vase de 5 à 6 mèt. (*Statistique des Bouches-du-Rhône*); rien n'est donc plus facile que de porter sa profondeur à dix ou douze mètres. Bouc recevant en temps de guerre comme en temps de paix, par le canal d'Arles et par le chemin de fer, les approvisionnemens nécessaires à un arsenal naval et à des chantiers de construction, peut devenir, à peu de frais, un de nos premiers ports sur la Méditerranée. Toulon même est moins favorablement situé. Le port d'Arles a reçu, en 1841, 1319 bâtimens de mer jaugeant 94,016 tonneaux et portant 52,750 tonneaux de marchandises. Pendant la même année, 1330 bâtimens jaugeant 98,277 tonneaux en sont sortis avec un chargement de 80,035 tonneaux. Ce cabotage est beaucoup plus considérable que celui de Cette, et pourtant, selon le projet de loi du 7 février, le chemin de fer de Paris à la Méditerranée doit aboutir à Cette qui est plus éloignée qu'Arles de 89 kilomètres. Comme port maritime, Arles figure à la sixième classe et sur le même rang que Nantes; mais comme port fluvial il passe avant Nantes, avant Bordeaux, et peut être comparé à Rouen. Or, qui songerait à diriger un chemin de fer de Paris sur le Hâvre sans desservir Rouen? Marseille se trompe gravement si elle croit que la ruine du port d'Arles contribuera à sa propre prospérité. Son intérêt le plus évident est de

un commerce florissant à maintenir et à développer, une population nombreuse à desservir, un vaste et riche territoire à vivifier, et par-dessus tout cela, un tracé

favoriser la navigation dont la concurrence obligera la voie de fer à modérer ses tarifs. Or, le meilleur moyen de favoriser le cabotage entre Marseille et le Rhône, consiste à diriger le rail-way par Arles, qui est le point de rencontre de la navigation maritime et de la navigation fluviale. En 1841, le mouvement total du port d'Arles a été de 3,235 entrées, présentant un tonnage de 395,516 tonneaux, et un chargement de 216,138 tonneaux. Les sorties ont été au nombre de 2840 représentant un tonnage de 370,677t. et 185,235 t. de marchandises. Arles est le port le plus rapproché de l'intérieur. En suivant les tracés les plus directs des chemins de fer,

La distance d'Avignon à Arles est de 36 kilomètres.
— à Bouc.. . . 78
— à Marseille.. 96
— à Cette.. . . 125

Le conseil municipal de Marseille insiste sur l'avantage que le moindre parcours du chemin Montricher doit offrir au commerce. Ce conseil oublie que ce n'est pas la longueur du trajet, mais le prix du fret qu'il faut considérer. Les mines de Newcastle sont à une très-grande distance de nos ports du Midi, et cependant les charbons anglais disputent ce marché aux charbons d'Alais. Le tarif du rail-way latéral au Rhône sera inférieur à celui du rail-way Montricher de 1 f 42 par tonne, et de 2 f 63 si l'on tient compte de l'intérêt du capital. Il y a plus : le chemin du littoral permettra au commerce de Marseille de diriger ses navires sur le port de Bouc où les marchandises trouveront la voie de fer qui les transportera sur Avignon avec une économie de 3 f 50 par tonne. Dans cette occurrence, le port de Bouc, loin de nuire à celui de Marseille, sera son auxiliaire le plus utile. On ne déplacera pas une population de 150 mille ames, mais on donnera au commerce les facilités qui lui manquent.

C'est ainsi que Bordeaux désire la création d'un port à la Teste, que Nantes réclame l'amélioration des rades de Paimbœuf et de Saint-Nazaire. Un cabotage s'établira au prix le plus bas entre Marseille d'un côté, Bouc et Arles de l'autre, et cette concurrence sera un sûr préservatif contre le monopole du chemin de fer. Les Marseillais redoutent les envahissemens de Trieste, et pour y remédier, ils ne trouvent rien de mieux que de construire un chemin de fer à travers une barrière de rochers, presque semblable à celle que la nature a élevée dans les montagnes de Styrie, autour de Trieste.

presque rectiligne et horizontal sur 87 kilomètres de longueur, tracé peut-être unique en Europe, qui procurera la plus grande vitesse et la plus grande économie.

Tels sont les véritables élémens de la discussion encore ouverte sur le choix de la direction du rail-way de Marseille au Rhône. Si nous n'insistons point sur beaucoup d'autres considérations qui ont été exposées avec talent par l'administration municipale d'Arles et par le conseil général du Gard, c'est qu'à nos yeux les intérêts de localité doivent s'effacer devant les nécessités d'un ordre supérieur et obéir aux exigences nationales ; mais quand ces intérêts ont une relation intime avec ceux du pays tout entier, quand leur satisfaction n'est que la consécration d'un état de choses créé par les siècles, et qu'il ne doit en résulter ni froissement ni déplacement (1), prendre leur défense contre les attaques dont ils sont l'objet, c'est faire acte de patriotisme.

On a dit que le chemin de fer latéral au Rhône serait exposé aux atteintes de ce fleuve, et l'on a passé sous silence le danger bien plus réel, résultant pour le chemin Montricher, du voisinage de la Durance, de ce torrent indomptable qui, se précipitant du haut des Alpes, roule ses eaux et ses graviers dans un lit sans limites dont l'inclinaison énorme de 2,5 millimètres donne aux

(1) Le chemin de fer tracé par la vallée du Rhône ne causera aucune perturbation, car la ville d'Aix qui paraît avoir le plus d'intérêt à s'y opposer, a déjà perdu tout le transit de Marseille au Rhône, par suite de l'établissement de la navigation à vapeur, du canal d'Arles à Bouc, et des routes départementales de Senas et d'Arles à Marseille.

grandes crues une vitesse de 5 à 6 mètres par seconde. Les rives de la Durance offrent cent fois moins de sécurité que celles du Rhône dont les eaux coulent sur un sol presque horizontal et se répandent lentement sur les terres qu'elles enrichissent de leurs précieux limons. En rapprochant le chemin de fer des bords du fleuve on peut mettre à l'abri des submersions 20,000 hectares de terrain et exonérer l'état des dépenses qu'il supporte pour l'entretien des digues. C'est ainsi que les levées de la Loire ont été utilisées pour l'établissement de plusieurs routes.

On élèvera peut-être quelques doutes sur la possibilité de faire subir au tracé de M. Kermaingant les modifications que nous proposons. Cet ingénieur ayant adopté pour le rail-way de Marseille à Lyon un maximum d'inclinaison de 2,5 à 3 millim. n'a pas cru devoir s'attacher à ramener à une ligne à peu près de niveau le rail-way de Marseille au Rhône. Pour quiconque a vu les lieux une seule fois, l'extrême facilité du sol ne peut être l'objet d'un doute. Depuis Avignon jusqu'aux bords de l'étang de Berre un seul obstacle se présente, c'est la montagne de Bouc qui a été coupée par une tranchée profonde au fond de laquelle est le canal d'Arles. Le chemin de fer profitera de ce travail qui a coûté plusieurs millions et s'établira sur le talus de la tranchée à 4 mètres au-dessus de la mer. Il se maintiendra à cette hauteur dans la traversée de l'étang de Caronte (1), sur les bords du lac de Berre et sur une par-

(1) Il sera nécessaire de construire sur le viaduc de l'étang de Caronte une travée mobile pour le passage des bâtimens mâtés. Il existe plusieurs ponts

tie des chaussées du canal d'Arles à Bouc qui, exhaussées convenablement, peuvent servir d'assiette à la voie de fer dans un parcours de 31 kilomètres. Cette disposition, qui est celle de M. Kermaingant, diminuera de 3 à 400,000 francs les indemnités de terrain dont les deux tiers seront à la charge du département et des communes (1). Si l'on tient à éloigner le rail-way de la zone des inondations, on pourra l'établir sur la lisière de la plaine de *Crau*, depuis Fos jusqu'aux abords d'Arles. Cette variante au tracé Kermaingant a été proposée par un ingénieur civil connu par de nombreux travaux, M. Jules Seguin. Le profil du chemin resterait le même, et l'économie obtenue sur les terrassemens suffirait pour l'achat des terrains et pour la construction du viaduc d'Arles.

Le chemin, par la vallée de la Durance, inférieur sous tous les rapports à celui de la vallée du Rhône, se rapproche de la ville d'Aix et cette circonstance a été exploitée avec une vivacité toute méridionale. Nous allons détruire cette dernière illusion. L'embranchement d'Aix par la vallée de l'Arc aurait 18 kilomètres de longueur et coûterait 3 millions. La distance du point de soudure à Marseille étant de 30 kilom, la distance

de cette espèce en Belgique sur les lignes de fer. Le rail-way longeant les étangs de Caronte et de Berre sera en communication directe avec la mer et avec Martigues, premier port de pêche de la Méditerranée.

(1) La commune d'Arles, par exemple, gagnerait plus de cent mille fr. à la construction du rail-way sur les chaussées du canal. Avec ces cent mille fr., Arles se procurerait des chemins dont son immense territoire est presque entièrement privé. Ce territoire n'a pas moins de 103,050 hectares. (Voy. *Etudes sur Arles, par M. Estrangin.*)

totale entre les deux villes ne serait pas au-dessous de 48 kilom. A 5 c. par personne et par kilom. le voyage coûterait 2 f 50. Sur la route royale on ne paie que 2f à 2f 50 et le trajet se fait en 2 1/2 heures. A cause du temps perdu au point de bifurcation, le transport par la voie de fer ne s'effectuerait pas plus rapidement que par la route. La circulation actuelle qui est de 60,000 voyageurs serait probablement partagée; supposons que le rail-way s'en empare exclusivement : à 2 cent. de bénéfice par tête et par kilom. le produit de l'embranchement sera de 21,600 fr., somme bien insuffisante pour couvrir les frais d'entretien, et le revenu du chemin Montricher sera augmenté de 56,000 fr. Quant à la faible quantité de marchandises que la ville d'Aix expédie sur Marseille ou qu'elle en reçoit, il est certain que pour une distance de 50 kilomètres, le roulage ordinaire serait plus économique que la voie de fer grevée de frais de camionage, de transbordement et du droit de péage.

Voilà donc réduits à leur plus simple expression, les prétendus avantages que le chemin Montricher doit procurer à Aix. Ses routes sur Toulon et sur l'Italie seront annulées (1), son transit sur les Hautes et Basses-Alpes sera perdu à jamais, sans parler de la somme de 5 millions consacrée à l'embranchement. Tel sera le résultat le plus net pour la ville d'Aix de l'exécution

(1) Marseille est plus rapprochée de Toulon que la ville d'Aix. Le passage par Aix offre une légère diminution de distance aux voyageurs qui se rendent par terre en Italie; mais cette route sera bien peu fréquentée après la construction du chemin de fer, par suite de l'extension que prend tous les ours la navigation à vapeur dans la Méditerranée.

d'un chemin de fer, avec des circonstances atténuantes, si le tracé latéral au Rhône est préféré ; résultat qu'elle n'a pas su prévoir et qu'elle peut encore moins empêcher.

Nous finirons par quelques mots sur le projet dit *intermédiaire*, étudié par deux ingénieurs de mérite, MM. Talabot et Didion. Ce tracé tel qu'il a été présenté dans l'origine, a un développement de 124,500 mèt. de Marseille à Avignon, et 110,000 mèt. de Marseille à Beaucaire; des pentes qui s'élèvent jusqu'à 0m 01 sur 6,715 mètres de longueur. Son point culminant est à 140 mèt. au-dessus de la mer. Tout récemment, ce projet ayant été modifié pour le faire passer par Arles, la distance d'Avignon à Marseille serait d'environ 150 kilomètres. Il est difficile d'expliquer comment ce tracé à la fois plus long que celui de M. Kermaingant et affecté de pentes plus fortes que celui de M. Montricher, a pu obtenir l'adhésion de personnes d'ailleurs fort éclairées. Conçu, dit-on, dans l'intérêt des chemins de fer du Gard et des mines de la Grand'Combe, ce chemin ne répondrait pas à sa destination, car il serait d'une exploitation fort coûteuse (1). MM. Talabot et Didion, nous en avons l'assurance, seront les premiers à se rallier au chemin de M. Kermaingant, qui, pour la perfection du tracé, n'aura point d'égal en France. La ligne de Marseille au Rhône est le premier anneau de la grande chaîne qui doit unir le Nord au Midi, la Mé-

(1) Le devis de MM. Talabot et Didion s'élève à 53 millions pour le chemin de fer de Marseille à Beaucaire, et à 61 millions pour la ligne entière d'Avignon à Marseille.

diterranée à l'Océan, l'Europe à l'Asie et à l'Afrique. Le vœu du gouvernement, exprimé devant la chambre des députés, est que la construction de cette ligne soit aussi parfaite que possible. Ce vœu est aussi celui de la nombreuse population qui habite le riche bassin du Rhône. Les deux plus grands centres de production et de consommation que renferme ce bassin, Lyon et St-Etienne, dont Marseille est le port naturel, ont un intérêt immédiat à l'adoption du tracé par la vallée du Rhône. «Ce qu'il faut surtout envisager, a dit M. le ministre des travaux publics, c'est la communication de Marseille avec Lyon, avec Paris, avec l'Océan. » Oui, cette communication est le but principal du chemin de fer de Marseille, et c'est pour cela que nous repoussons le projet de M. Montricher (1).

---

(1) Le chemin Montricher a 60 kilom. de parcours dans des rochers calcaires pour arriver sur les bords de la Durance dont la pente moyenne est de 2,5 millim. Le chemin Kermaingant, après 23 kilom. seulement, aboutit à l'étang de Berre, et de là au Rhône dont la pente est presque nulle. En deux mots, voilà les deux projets.

On connaît l'histoire du chemin de fer mort-né de Paris au Havre par les plateaux de la Normandie. Un sort semblable attend le rail-way d'Avignon à Marseille par les rochers de la Provence. Déjà, dans sa séance du 18 mars, le conseil municipal de Lyon, placé en dehors des influences locales, s'est prononcé en faveur du tracé par la vallée du Rhône et par Arles.

ERRATA.

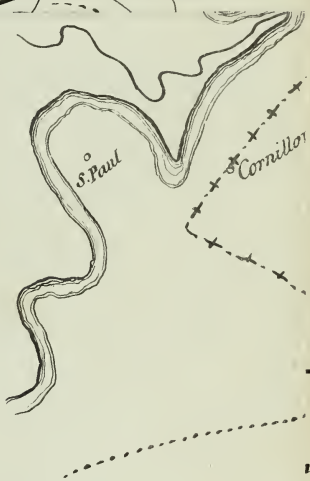
Page 33 (Note) $E = 0{,}1\ D \times 0{,}01$, *lisez* $E = 0{,}01\ D \times 0{,}01$.
36 (Note) ajustages coniques, *lisez* ajutages coniques.
43 (Note) débit de la Loire à Orleans 50 ^{mc}, *lisez* 30.
45 Opérations rhônométriques, *lisez* observations.
48 Houille 15 kilogr., *lisez* 1,5 kilogr.
53 (Note) *a brief account ol*, lisez *of*.
66 De revenu assez considérable, *lisez* un revenu.
71 13 écluses de 3^{m}, *lisez* 10 écluses.
72 La granite de la Loire, *lisez* le granite.
78 8^{f}79 par wagon, *lisez* par tonne.
112 (Note) au lieu de 508,803^{m}, *lisez* 548,343^{m}.
120 Le trajet de Paris à Marseille serait abrégé de 22 kilom., *lisez* 24 kilom.
121 (Note) 1 traverse cubant 1^{m}10, *lisez* 0^{m}10.
123 Marchandises à 1^{f}180 par tonne, *lisez* 11^{f}80.
125 Les bassins de la Loire, de la Saône, etc., *lisez* de la Seine.

Nota. — Le développement du canal latéral à la Loire est de 198,000^{m}, y compris l'embranchement de 9,000 mètres qui réunit ce canal avec celui du Centre. Le développement du canal du Centre comprend aussi cette ligne de raccordement de 9 kilom. La ligne navigable latérale à la Loire n'a que 189,000 mètres.

La longueur du chemin de fer entre Orléans et Roanne peut être réduite à 300 kilomètres, ce qui donne 560 kilom. de Paris à Lyon, et 863 de Paris à Marseille. Le chemin de fer tracé par la Bourgogne a 560 kilomètres entre Paris et Lyon, et 907 kilom. entre Paris et Marseille.

Carte Générale

DES



Lith. de Nublat. à S. Etienne

Carte Générale

DES

CANAUX & DES CHEMINS DE FER

Exécutés ou projetés

près de

St Etienne

Profils comparatifs des deux lignes de navigation entre Givors & St Paris

Echelles des longueurs des profils en long (réduites) et des hauteurs des profils en travers (réduites)

Rivières ——

Canaux ——

Canal de Bourgogne — 117 K — Canal du Centre — St Etienne — St Chamond

Paris — Pouilly — St Jean de Losne — Digoin — Roanne — Givors

242 K — 222 K

Nord

Maron — Cheminin — de — Fer — de — Paris — St Chamond — St Etienne à Lyon et à Marseille — Chemin de Fer de la Loire

Aubrezieux — la Querdière — la Feuillouse — le Pont des St Jusi — St Rambert — Asnière — Tribuche — Barrage — Roche — Montgenaire — Loire R — St Victor — Isère R — St Genest Lerpt — Roche la molière — Rigole de dérivation de la Loire (projetée) — Ste Galeire — le Verne — Pont de Pertuis — Montembœuf — Ricamarie — Le Chambon — Ondene R — St Paul — Cornillon — Fraisse — Firmini — Villars — St Priest — Isère — Aqueduc — Tunnel — Parent R — Chemin de fer d'Andrezieux — St Etienne — Pont de l'Ane — St Jean Bonnefont — Valbenoite — Terrenoire — Jarrier — Sorbier — Ozon R — Canal Latéral — Boulevard de St Etienne à la Croix — Izieux — St Martin la Gaillarde — la Grand Croix — Gier R — St Paul en Jarret — St Julien — Chemin de fer de la Loire

Echelle de 1 à 60 000

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilom.

Chemins de fer à 2 voies ——

id projetés ----------

Chemins de fer à 1 voie ——

id projetés ----------

Canaux existants ——

id projetés ----------

Rigole navigable ----------

Aqueducs .....

Routes royales ——

id Départementales ——

Chemins de gde communication ——

Tunnel Souterrain

Carte des Chemins de fer Français.

La Manche — Océan — Mer Méditerranée — Calais — Bruxelles — Boulogne — Lille — Valenciennes — Douai — Arras — Amiens — Meuse R — Moselle R — Cherbourg — Telliere — Rouen — Caen — Oise R — Aisne R — Marne R — Metz — Nancy — Rhin R — Strasbourg — Evreux — Paris — Brest — Rennes — Nantes — Angers — Tours — Orleans — Loire — Dijon — Besançon — Mulhouse — Bâle — Epinal — Colmar — Vierzon — Decize — Chalons — Saône R — Rhône R — Lyon — Genève — Allier R — Moulins — Clermont — Limoges — Cher R — Vienne R — Creuse R — Indre R — Toulouse — Bordeaux — Dordogne R — Garonne R — Cahors — Tarn R — Lot R — Agen — Montpellier — Nîmes — Arles — Marseille — Cette — Perpignan — Rhône R

Echelle de 20 Myriam. les

5 10 15 20

Lignes de 1re ordre ——

id de 2e ordre ----------

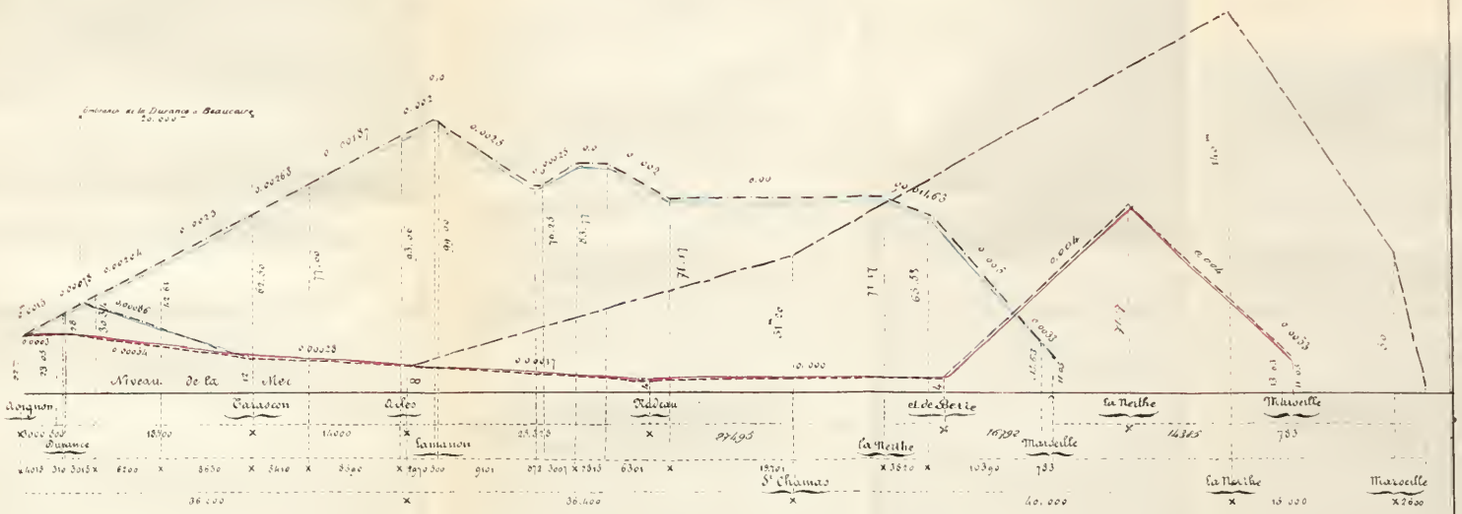
CARTE GÉNÉRA

et

Profils comparatif

des

CARTE GÉNÉRALE
et
Profils comparatifs
des
CHEMINS DE FER PROJETÉS
entre
Marseille et le Rhône



Signes conventionnels.

Canal latéral au Rhône _____

id à la Durance _____

id intermédiaires _ _ _ _ _ _

Variantes . . . . . .

Echelles

Echelle de la carte (1/100.000)

5 0 5 10 15 20 Kilom.

Echelles des nivellements des longueurs des profils (1/100.000)

Echelles des hauteurs id (1/2000)

Nota Le profil du tracé intermédiaire n'est qu'approximatif toutefois les cotes des hauteurs sont indiquées exactement